

**Universidad Andina Simón Bolívar**

**Sede Ecuador**

**Área de Estudios Sociales y Globales**

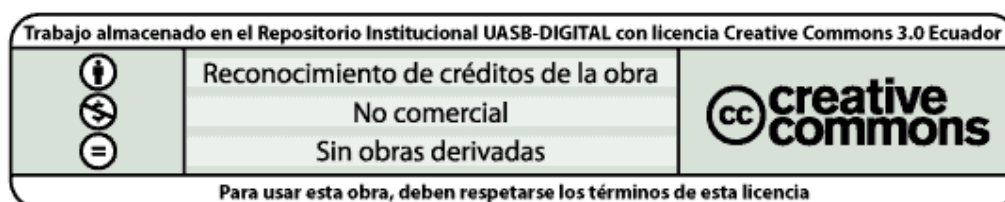
**Programa de Maestría en Cambio Climático y Negociación  
Ambiental**

**Diseño de un esquema piloto para la mitigación de emisiones  
de gases de efecto invernadero en el transporte público de  
pasajeros en Ecuador**

**Autor: Carlos Páez**

**Tutor: Augusto Sánchez**

**Quito, 2016**



## **Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis**

Yo, Carlos Alberto Páez Molina, autor de la tesis intitulada *Diseño de un esquema piloto para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte público de pasajeros en Ecuador*, mediante el presente documento de constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático y Negociación Ambiental en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

17 de junio de 2016

Firma: .....

## Resumen

En respuesta al fenómeno de cambio climático que en la actualidad se manifiesta a nivel mundial, se hace necesario establecer lineamientos estratégicos encaminados a la mitigación de sus causas y adaptación de sus consecuencias, tanto a nivel global como regional y local. En este sentido, la propuesta de un *Diseño de un esquema piloto para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte público de pasajeros en Ecuador* se convierte en una alternativa a considerar para ser implementada por parte de los organismos competentes.

El trabajo inicia con el diagnóstico (situación actual) de los parámetros viales que forman parte de la oferta de transporte público de pasajeros, considerando las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. Posteriormente éstos parámetros viales son analizados y estructurados de tal manera que sirven como línea base para establecer las emisiones de CO<sub>2e</sub> que se generan en las actividades de transporte terrestre de pasajeros de estas operadoras.

Una vez establecida la situación actual, se procede al dimensionamiento óptimo de la flota vehicular, en donde se incorporan aspectos tales como un adecuado control, monitoreo, ordenamiento, y planificación de los parámetros viales establecidos inicialmente. De esta manera fue posible definir una situación potencial deseada, en donde se tenga como resultado una reducción de las emisiones de CO<sub>2e</sub>.

Posteriormente, se procede a compilar y estructurar los resultados de emisiones de CO<sub>2e</sub> obtenidos tanto en el diagnóstico como en la situación potencial deseada, con la finalidad de presentar los resultados de mitigación alcanzados.

Es conveniente mencionar la utilización de las herramientas disponibles en software especializados para el uso de sistemas de información geográfica, se procedió a la elaboración de mapas temáticos, en los cuáles se representan de manera espacial los resultados obtenidos en la propuesta planteada en el presente trabajo, el cual es realizado previo a la obtención del título de magister en “Cambio Climático y Negociación Ambiental”.

*Palabras claves:* cambio climático, parámetros viales, gases de efecto invernadero, sistemas de información geográfica.

Agradezco a Dios porque me ha permitido alcanzar un logro más en mi vida, y agradezco a todas las personas que han sido parte de mi vida porque también es un logro de ellos. Siempre para adelante y siempre con la convicción de “Ser más para servir mejor”.

## Tabla de contenidos

Capítulo primero Antecedentes .....	13
1. Importancia del sector energético en el escenario actual de Cambio Climático. 13	
1.1. Transporte terrestre en el Ecuador .....	14
1.2. Cambio Climático y emisiones de GEI en el Ecuador .....	15
2. Objetivos .....	17
2.1. Objetivo General .....	17
2.2. Objetivos específicos .....	17
3. Planteamiento del problema.....	17
4. Enfoque y marco metodológico .....	19
Capítulo segundo Situación Actual (SA), Identificación y descripción de los parámetros viales .....	23
1. Acopio y procesamiento de la información .....	23
2. Resoluciones consideradas para el establecimiento de la oferta de transporte actual.....	28
3. Establecimiento de la oferta actual del transporte público de pasajeros en las operadoras de transportación interprovincial en la provincia de Imbabura.....	29
4. Determinación de la oferta de flota vehicular habilitada .....	35
5. Determinación de las emisiones de tCO <sub>2e</sub> producidas por la oferta actual del transporte público de pasajeros en las operadoras de transportación interprovincial, en la provincia de Imbabura (situación actual). .....	36
5.1 Ejemplo de cálculo de la situación actual .....	37
Capítulo tercero Situación Potencial Deseada (SPD).....	42
1. Determinación de la flota vehicular calculada.....	42
Revisión y recopilación de los documentos habilitantes .....	42
Distancia de recorrido .....	43
Tiempo de recorrido.....	43
Días de servicio.....	43
Cumplimiento de rutas y frecuencias.....	44
Optimización del servicio de transporte público de acuerdo a lo autorizado	44
2. Establecimiento de las emisiones de CO <sub>2e</sub> que se producirían con un adecuado control, monitoreo y planificación de la cobertura de transporte realizado	

por las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura (situación potencial deseada).	57
2.1.Ejemplo de cálculo de la situación potencial deseada	58
Capítulo cuarto Resultados	60
1. Propuesta de un esquema para la mitigación de emisiones de GEI producto del transporte público de pasajeros en el Ecuador	60
Esquema	65
2. Síntesis de las emisiones de GEI obtenidas en la situación actual y la situación potencial deseada.	67
Capítulo quinto Modelamiento Espacial	93
1. Procedimientos cartográficos para espacializar los datos e información de entrada.	93
Capítulo sexto Conclusiones y Recomendaciones	96
1. Conclusiones	96
2. Recomendaciones	99
Referencias bibliográficas	101
Anexos	103
Anexo 1	103
Síntesis de los resultados obtenidos como situación actual (SA) de las emisiones de tCO <sub>2e</sub> producto del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.	103
Anexo 1.1	104
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Aerotaxi”	104
Anexo 1.2	105
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial.	105
“Expreso Turismo del Norte Quibatul”	105
Anexo 1.3	106
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial.	106
“Flota Imbabura”	106
Anexo 1.4	107

Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Ibamonti” .....	107
Anexo 1.5 .....	108
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic” .....	108
Anexo 1.6 .....	113
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Los Lagos” .....	113
Anexo 1.7 .....	114
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Oriental” .....	114
Anexo 1.8 .....	115
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Otavalo” .....	115
Anexo 1.9 .....	116
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial.....	116
“TACA (Andina)” .....	116
Anexo 1.10 .....	117
Situación actual de las emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial.....	117
“Valle del Chota” .....	117
Anexo 2 .....	121
Síntesis de los resultados obtenidos como situación potencial deseada (SPD) de las emisiones de tCO <sub>2e</sub> , considerando un adecuado control, monitoreo, planificación y ordenamiento del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. ....	121
Anexo 2.1 .....	122
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Aerotaxi” .....	122
Anexo 2.2 .....	123
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial .....	123

“Expreso Turismo del Norte Quibatul” .....	123
Anexo 2.3 .....	124
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Flota Imbabura” .....	124
Anexo 2.4 .....	125
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Ibamonti” .....	125
Anexo 2.5 .....	126
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial .....	126
“Imbaburapac Churimi Canchic” .....	126
Anexo 2.6 .....	131
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Los Lagos” .....	131
Anexo 2.7 .....	132
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Oriental” .....	132
Anexo 2.8 .....	133
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Otavalo” .....	133
Anexo 2.9 .....	134
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “TACA (Andina)” .....	134
Anexo 2.10 .....	135
Situación potencial deseada de emisiones de CO <sub>2e</sub> , producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Valle del Chota” .....	135
Anexo 3 .....	139
Mapa de la situación actual de emisiones de tCO <sub>2e</sub> producto de la oferta de transporte público de pasajeros de operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. ....	139
Anexo 4 .....	140
Mapa de la situación potencial deseada de emisiones de tCO <sub>2e</sub> con un control, monitoreo, ordenamiento y planificación del transporte público de pasajeros de operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.....	140



Anexo 5.....	141
Mapa de mitigación de tCO <sub>2e</sub> producto del análisis del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. ....	141

## Índice de Tablas

Capítulo segundo Situación Actual (SA), Identificación y descripción de los parámetros viales .....	23
Tabla 1 Resoluciones de la ANT, que forman parte de la oferta de transporte actual, de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura .....	28
Tabla 2 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Aerotaxi” domiciliada en la provincia de Imbabura .....	29
Tabla 3 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Expreso Turismo del Norte Quibatul”, domiciliada en la provincia de Imbabura .....	30
Tabla 4 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Flota Imbabura” domiciliada en la provincia de Imbabura.....	30
Tabla 5 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Ibamonti” domiciliada en la provincia de Imbabura.....	31
Tabla 6 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic” domiciliada en la provincia de Imbabura .....	31
Tabla 7 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Los Lagos” domiciliada en la provincia de Imbabura .....	33
Tabla 8 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Oriental” domiciliada en la provincia de Imbabura .....	33
Tabla 9 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Otavalo” domiciliada en la provincia de Imbabura .....	34
Tabla 10 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “TACA (Andina)” domiciliada en la provincia de Imbabura .....	34
Tabla 11 Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Valle del Chota” domiciliada en la provincia de Imbabura .....	34
Tabla 12 Flota vehicular habilitada de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura .....	36
Capítulo tercero Situación Potencial Deseada (SPD) .....	42
Tabla 1 Ejemplo de la elaboración del dimensionamiento de flota calculado	42
Tabla 2 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Aerotaxi” .....	45

Tabla 3 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Expreso Turismo del Norte Quibatul” .....	45
Tabla 4 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Flota Imbabura” .....	46
Tabla 5 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Ibamonti” .....	47
Tabla 6 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic” .....	47
Tabla 7 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Los Lagos” .....	52
Tabla 8 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Oriental” .....	53
Tabla 9 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Otavalo” .....	53
Tabla 10 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “TACA (Andina)” .....	54
Tabla 11 Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Valle del Chota” .....	54
Tabla 12 Síntesis del dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte terrestre interprovincial en la provincia de Imbabura .....	56
Capítulo cuarto Resultados.....	60
Tabla 1 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Aerotaxi” .....	68
Tabla 2 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Expreso Turismo del Norte Quibatul” .....	69
Tabla 3 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Flota Imbabura” .....	70
Tabla 4 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Ibamonti” .....	71
Tabla 5 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic” .....	72

Tabla 6 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD),de la operadora interprovincial “Los Lagos” .....	82
Tabla 7 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD),de la operadora interprovincial “Oriental” .....	83
Tabla 8 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD),de la operadora interprovincial “Otavalo” .....	83
Tabla 9 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD),de la operadora interprovincial “TACA (Andina)” .....	85
Tabla 10 Resultado de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e (SA – SPD),de la operadora interprovincial “Valle del Chota” .....	86
Tabla 11 Síntesis de la mitigación de toneladas de CO <sub>2</sub> e, considerandolas diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura .....	91
Capítulo quinto Modelamiento Espacial .....	93
Tabla 1 Síntesis de los procedimientos realizados para la espacialización en mapas temáticos de los resultados de emisiones de toneladas de CO <sub>2</sub> e obtenidas ...	93

# Capítulo primero

## Antecedentes

### 1. Importancia del sector energético en el escenario actual de Cambio Climático.

La energía es un elemento fundamental para el desarrollo de la economía mundial. Sin embargo, no es la energía en sí misma la que tiene valor para las personas, sino los servicios que presta (Castro 2011).

Actualmente existe un escenario en el que el 85% de la matriz energética mundial utiliza tres fuentes primarias: petróleo, carbón y gas (recursos naturales no renovables que son de difícil reemplazo con fuentes alternativas), lo que permiten mantener la producción industrial en su escala actual de operaciones. Esta realidad se acompaña a un conjunto de problemas<sup>1</sup> como costos operativos, economías de escala, calidad, confiabilidad de las fuentes energéticas y hasta problemas políticos (Heinberg 2009).

En base a estas breves consideraciones, se puede anticipar que el régimen energético actual basado en el uso intensivo de carbon fósil representa un escenario insostenible, no solo por su escasez<sup>2</sup> sino por la generación de considerables cantidades de gases de efecto invernadero liberados a la atmosfera.

En relación al sector del transporte, a los diferentes medios de transporte y sus niveles de contaminación, la Organización Mundial del Comercio (OMC) puntualiza que el petróleo suministra el 95% del total de energía utilizada a nivel mundial.

Más en detalle, el transporte por vía marítima emite alrededor del 2,7% del total de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, mientras que el aéreo el 1,9% y el terrestre son responsables del 21,3% de las emisiones globales de dióxido de carbono (Castillo 2012).

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, uno de los aspectos más temidos de los usos pacíficos de la energía nuclear son la seguridad de las instalaciones y el destino de los desechos radiactivos. A estos temores se contraponen los intereses económicos ligados a esta tecnología y argumentos tales como que la energía nuclear es "limpia" porque no emite dióxido de carbono que contribuya al calentamiento global atmosférico (Kopta 1999).

<sup>2</sup> La teoría del pico de Hubbert, también conocida como cenit del petróleo o *escasez* del petróleo, es una influyente teoría acerca de la tasa de agotamiento del petróleo, así como de otros combustibles fósiles (Hubbert 1956).

Dado que en el mundo entero, el transporte público y privado se sustenta casi al 100% con energía que proviene de la quema de hidrocarburos como la gasolina, diésel, kerosene, GLP (MICSE 2013), hay una relación directa entre la quema de hidrocarburos y el consecuente aumento de los gases de efecto invernadero, lo que finalmente afecta el sistema climático global.

De todos los gases que provocan el efecto invernadero y hacen que aumente la temperatura de nuestro planeta, el CO<sub>2</sub> es el que más contribuye al cambio climático. Este nocivo gas supone un 80% de las emisiones totales y su principal fuente de emisión es la quema de combustibles fósiles como el petróleo, el gas y carbón, siendo el sector que más emisiones de CO<sub>2</sub> libera a la atmósfera el sector del transporte (MICSE 2013).

Entre los años 1990 y 2006, el Ecuador ha experimentado un incremento del 78.7% de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el sector del transporte. Estas cifras en términos de emisiones van del 47, 21% en el 2006 a un 64,96% en el 2012, lo que evidencia que en el país no se han establecido políticas suficientes para minimizar la emisión de gases de efecto invernadero en el mencionado sector (MAE 2011).

Se espera que este estudio pueda proveer criterios y directrices, al fin de que los tomadores de decisiones desarrollen acciones orientadas a un control más riguroso y eficiente de las emisiones, de esta manera se pueda mitigar el impacto del sector transporte con respecto al cambio climático y se de modo que puedan impulsarse políticas que permitan minimizar la contaminación por CO<sub>2</sub>.

### **1.1. Transporte terrestre en el Ecuador**

En el Ecuador, la red vial nacional, según su jurisdicción, está dividida en tres categorías: red vial estatal, red vial provincial y red vial cantonal. La primera está bajo la jurisdicción directa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), mientras que las otras corresponden a los gobiernos seccionales.

Un parámetro relevante a considerar en un análisis del transporte terrestre es el parque vehicular; en efecto, para el año 2009 los vehículos matriculados en el país alcanzaron la cifra de 1.543.553, los livianos son los de mayor proporción y se concentran en las principales ciudades del país: Quito, Guayaquil y Cuenca (IGM 2013).

Con respecto a los vehículos destinados al transporte masivo de pasajeros (buses), se observa un incremento de las unidades, al pasar de 0,73% en el año 2000 a 1,66% en 2009; esto se explica por el retiro masivo de las unidades de transporte urbano con más de 20 años de edad, logro conseguido por las campañas a favor del ambiente, principalmente de la ciudad de Quito (IGM 2013).

Por otra parte, es conveniente mencionar el excelente estudio realizado por Verónica Guayanlema en su trabajo elaborado previo a la obtención del título de Magister en la Universidad Central del Ecuador, con el tema: Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte al 2012.

En el mismo se concluye que, -una vez identificada la problemática del transporte- es importante conocer cuál es el tipo de transporte de mayor generación de emisiones de GEI. En este punto se identificó al transporte terrestre como el principal emisor de GEI, pues de acuerdo a los resultados, emite entre un 85 a 90% de GEI; seguido por el marítimo con un 5 a 6% y el aéreo con un 3,8% en promedio. (Guayanlema 2012).

Por lo tanto, la conclusión de Guayanlema justifica plenamente el presente trabajo, en donde se vincula el transporte terrestre público de pasajeros con las directrices realizadas por el IPCC, con la finalidad de proponer una alternativa para la mitigación de las emisiones de CO<sub>2e</sub>.

## **1.2. Cambio Climático y emisiones de GEI en el Ecuador**

Uno de los principales temas de debate a nivel mundial consiste es dado por la necesidad de plantear alternativas para la mitigación de los gases de efecto invernadero, principal causa del Cambio Climático.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1 define el fenómeno de cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos” (CMCC2.013).

Con la finalidad de realizar un ordenamiento y planificación adecuada de los lineamientos estratégicos encaminados a la adaptación y mitigación del Cambio Climático en el Ecuador, es indispensable disponer de un inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Con este propósito, es oportuno considerar el trabajo

desarrollado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, a través de la publicación de la “Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático”, realizada en el año 2011 y en la que se encuentra el Inventario Nacional de GEI que compila los cinco inventarios sectoriales correspondientes a los años 1.990, 1.994, 2.000 y 2.006.

El análisis de la evolución de las emisiones de los GEI directos por sector ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ ) durante los cuatro años mencionados, permitió observar que en Ecuador el sector agrícola es el que más aporta a las emisiones totales, seguido por el sector del Uso de suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS) y en menor escala por los sectores de energía, desechos y procesos industriales. Las emisiones totales de los GEI directos en Ecuador pasaron de 265.139,7 kt  $\text{CO}_{2e}$  en el año 1990, a 410.010,75 kt  $\text{CO}_{2e}$  en 2006. Es decir, hubo un incremento porcentual del 54,6% en 16 años.

Por otra parte, la Constitución de la República del Ecuador (2008) en su artículo 394 establece como prioritaria la promoción del transporte público y masivo en reemplazo del transporte individual, la adopción de una política de tarifas de transporte diferenciadas e incentivos al transporte terrestre no motorizado, especialmente a través de las llamadas ciclo vías.

Adicionalmente, el país desarrolla actividades voluntarias en materia de observación, monitoreo y control del transporte a nivel nacional y local y ejecuta programas, planes y proyectos. Finalmente, el Ecuador ha desarrollado y lleva adelante varios estudios relacionados directa e indirectamente con la mitigación en el sector del transporte (MAE 2.011).

Es importante mencionar que, como medida alternativa para el uso de combustibles fósiles en el Ecuador, desde el año 2010 han venido trabajando varias instituciones gubernamentales en el programa ECOPAÍS. En este programa se están realizando esfuerzos por disponer de un biocombustible de uso masivo, que tiene como insumo básico la caña de azúcar, sin embargo, es necesario mencionar que la implementación de este tipo de medidas pueden traer consecuencias negativas como la afectación a la calidad del suelo por la siembra de monocultivos, -se puede llegar a un escenario en donde se aumente el riesgo para la seguridad alimentaria- o el cambio de uso y ocupación del suelo sin un ordenamiento territorial adecuado. Dichos elementos deberían ser considerados para que el impacto ambiental sea el menor posible.



## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Proponer un esquema piloto para la mitigación de gases de efecto invernadero generados en el transporte público de pasajeros en el Ecuador.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Recopilar información y analizar la oferta de transporte público de pasajeros perteneciente a las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura a fin de vincular su diagnóstico con la situación actual (SA) de las emisiones de CO<sub>2e</sub>.
- Calcular la flota vehicular óptima para satisfacer la oferta de transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura y relacionar los resultados obtenidos de la optimización de los parámetros viales para obtener una situación potencial deseada (SPD), en donde se produzca la mitigación de emisiones de CO<sub>2e</sub>.
- Presentar los resultados obtenidos de la mitigación de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto de un adecuado control, monitoreo, ordenamiento y planificación del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales en la provincia de Imbabura.
- Representar mediante la elaboración de mapas temáticos, los resultados obtenidos de la SA, SPD, y la mitigación resultante de SA – SPD.

## **3. Planteamiento del problema**

Es conveniente considerar, en primera instancia, el estudio realizado por el Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental (CEDA) donde se establece que el transporte es el principal sector de la matriz energética ecuatoriana, representando en el año 2008 más de la mitad del consumo de energía (55%).

Esta tendencia es muy particular, pues si bien el transporte es el principal sector dentro de la matriz energética en todos los países de la región andina exceptuando Venezuela, su tasa de crecimiento es más elevada en Ecuador, lo que se debe en parte a los subsidios del estado a los derivados de petróleo. Así, el crecimiento anual promedio de la demanda de energía del transporte para el período

1970-2008 es del 5,8%, que es mayor al crecimiento total de la demanda de energía primaria del país para el mismo período (4,1%). La evolución del consumo de combustibles por el transporte muestra una concentración hacia dos fuentes: gasolinas y diésel. El fueloil, de menor grado de refinación, prácticamente desapareció en la década de los 90. La electricidad muestra aportes marginales hasta el presente, en donde el mayor aporte viene del sistema del trolebús en Quito (Castro 2011).

La adaptación del sector energético al cambio climático no puede ser una actividad opcional, sino que debe ser una actividad fundamental en la operación y planificación del sector. Tanto la infraestructura energética existente, como la que está en construcción y la planificada, requieren que se incluyan las condiciones y los cambios emergentes en los patrones del clima.

En Ecuador, este enfoque no ha sido aún aplicado para analizar el sector energético. Por ello, aun cuando se diseñaran las mejores estrategias de adaptación al cambio climático a nivel de planta, este enfoque debe estar presente en la planificación futura de expansión del sector (Castro 2011).

Por lo tanto, se puede mencionar que para encontrar soluciones para combatir las causas y consecuencias del cambio climático, es indispensable contar con estrategias integrales, que consideren una reducción de emisiones de GEI a nivel mundial, en donde el cambio de matriz energética se convierte en uno de los pilares para lograr resultados que nos permitan seguir disponiendo de los servicios ambientales que en la actualidad se encuentran en la naturaleza. Este cambio implica la disminución o sustitución de las fuentes de generación de energía actual - principalmente las que utilizan como fuente el uso de combustibles fósiles-, por lo que es indispensable una aceleración en el uso de energías alternativas tales como: eólica, solar, geotérmica, de las olas, entre otras. En relación al sector del transporte, deben encontrarse fuentes de energía más limpias, para que en un futuro cercano se masifique la utilización de tipos de transporte que utilicen combustibles alternativos - como electricidad e hidrógeno- como fuente principal para su funcionamiento (Vallero 2008).

Por otra parte, el uso de los combustibles fósiles ha traído como consecuencia la emisión de gases de efecto invernadero (GEI): dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y otros contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y de otros materiales particulados. Asociado a estos GEI y contaminantes están

presentes algunos de los más críticos problemas ambientales: el cambio climático y la contaminación del aire en ciudades y su efecto en detrimento de la salud de los habitantes (Vallero 2008).

En consecuencia, considerando que el transporte es uno de los principales sectores productivos emisores de gases de efecto invernadero (GEI) en el Ecuador, es oportuno plantear alternativas para su mitigación y en este sentido, el presente trabajo propone un análisis puntual del transporte terrestre público de pasajeros.

La presente investigación contribuirá con opciones para la realización de una planificación y toma de decisiones dentro del sector transporte, en que se consideren un control, monitoreo, ordenamiento y planificación adecuados lo que finalmente de lugar a un beneficio en términos de la reducción de las emisiones de CO<sub>2e</sub> del país.

#### **4. Enfoque y marco metodológico**

El enfoque del presente trabajo apunta a optimizar la flota vehicular que brinda el servicio de transporte público de pasajeros en el Ecuador Continental.

Por ello, como caso de estudio se considera el análisis de las operadoras de modalidad interprovincial de la provincia de Imbabura: Aerotaxi, Quibatul, Flota Imbabura, Ibamonti, Imbaburapac Churimi Canchic, Los Lagos, Oriental, Otavalo, Taca (Andina) y Valle del Chota. Es pertinente mencionar que se escogió como área de estudio a las operadoras de transporte de la provincia de Imbabura por varios factores de relevancia tales como: número de operadoras de análisis (10 en total), cercanía del domicilio de las operadoras a la ciudad de Quito (para facilitar el acopio de la información) y principalmente la disponibilidad de información, la cual se la ha venido recopilando, estructurando y actualizando desde su primera versión completa lograda en diciembre del año 2014).

Una vez establecida la situación actual, se establecerá posteriormente una situación potencial deseada en donde mediante un adecuado control, monitoreo, ordenamiento y planificación de los parámetros viales se logre la reducción de las emisiones de GEI (toneladas de CO<sub>2e</sub>.) que son producto de las emisiones realizadas por la flota vehicular (buses) utilizados para satisfacer la necesidad de transporte de los pasajeros.

En consideración a la importancia del transporte terrestre público de pasajeros dentro de los sectores productivos del Ecuador, desde el año 2012 hasta la actualidad

se viene realizando por parte de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) el Plan Nacional de Rutas y Frecuencias (PNRF), que tiene dentro de sus objetivos principales la recopilación de la información necesaria y suficiente para realizar un estudio integral del sector de la transportación, lo que incluye: recopilación, estructuración y espacialización de la oferta de transporte, regularización de corredores viales y migración de permisos a contratos de operación, entre otros. La idea es que esta herramienta se convierta en un pilar básico, de gran utilidad para el control, monitoreo, ordenamiento y planificación del transporte público de pasajeros en el Ecuador.

Los parámetros viales propuestos para el presente análisis son: rutas, frecuencias, tiempo y distancia de recorrido, flota vehicular autorizada y flota vehicular calculada (dimensionamiento de flota). De igual modo, se procurará disponer del dato referencial del consumo de combustible necesario para cubrir las rutas y frecuencias mencionadas. A fines de realizar un diagnóstico satisfactorio, se tomará a la situación actual como la línea base de emisiones producto del análisis de la flota vehicular autorizada (según permiso de operación). Por otra parte, se determinará una situación potencial deseada de disminución de emisiones de carbono, producto del análisis de la flota vehicular calculada (dimensionamiento de flota). La reducción de emisiones será dada por la diferencia de las situaciones de análisis planteadas.

La metodología de cálculo de emisiones de GEI a ser utilizada en el presente trabajo considera la guía para elaboración de inventarios del IPCC<sup>3</sup>, que permite la estimación de emisiones ingresando el dato de la actividad (consumo de diésel, toneladas de cemento, toneladas de vidrio, entre otros, de acuerdo al sector de análisis) y los respectivos factores de emisión.

De acuerdo al IPCC, cada sector es dividido en subsectores, cuya definición y alcance se resumen a continuación:

**Energía:** Incluye las emisiones totales de los GEI resultantes de la combustión en fuentes estacionarias y móviles y emisiones fugitivas. En la categoría de quema de combustibles se incluyen los subsectores: Industria de la energía, Industrias manufactureras y de la construcción, Transporte, y otros sectores. Como emisiones fugitivas se considera las relacionadas con el petróleo y gas natural.

---

<sup>3</sup>Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2006).

Agricultura: Esta categoría desglosa las emisiones en cinco fuentes: ganado doméstico, cultivo del arroz, quema prescrita de sabanas, quema en el campo de residuos agrícolas y suelos agrícolas.

Para el uso del Suelo, Cambio en el uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS): En esta categoría se incluye el cambio en bosques y otros tipos de biomasa leñosa, la conversión de bosques y praderas, el abandono de tierras manejadas y las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> del suelo debido al manejo y el cambio del uso del suelo.

Desechos: Se consideran fundamentalmente las emisiones procedentes de residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios y botaderos y de vertimientos de aguas residuales.

Procesos Industriales: Se consideran las actividades industriales no relacionadas con la energía. Las principales fuentes de emisiones son los procesos de producción industrial que transforman química o físicamente los materiales como la producción de cemento, de caliza, producción y utilización de productos minerales varios, pulpa, caliza, alimentos y bebidas, etc.

Otros (Emisiones indirectas de la deposición de nitrógeno en fuentes no agrícolas)” (IPCC 2006).

A continuación, es conveniente mencionar que en el Capítulo 1, "Energía", de las Directrices del IPCC para desarrollo de inventarios de GEI, se describen tres métodos: dos de nivel 1 (el "método de referencia" y el "método sectorial") y el método de nivel 2-nivel 3 (un método detallado de base tecnológica, también denominado método "de abajo hacia arriba"). Para el presente estudio se elige el método del nivel 1, debido a que los datos e información de entrada (parámetros viales) deben ser considerados como referenciales hasta que sean expuestos de manera oficial dentro del Plan Nacional de Rutas y Frecuencias.

Considerando el método de referencia del IPCC, las estimaciones procedentes de la quema de combustibles se las puede realizar en varias etapas:

*Paso 1.* Estimación del consumo aparente de combustibles;

*Paso 2.* Conversión a una unidad común de energía en TJ (Terajoule): 44,80 TJ/10<sup>3</sup> ton para gasolina y 43,33 TJ/10<sup>3</sup> ton para diésel.

*Paso 3.* Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de carbono:

*Paso 4.* Cálculo del carbono real almacenado (porción de carbono que se espera que se oxide y que proviene del combustible que no ha sido utilizado como comburente)

*Paso 5.* Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado. La fracción del carbono oxidado es 0,99, para petróleo y derivados de petróleo.

*Paso 6.* Conversión del carbono no oxidado a emisiones de CO<sub>2e</sub>: Multiplicar la cantidad de carbono total oxidado por el factor 44/12 (IPCC 2006).

Así, la metodología a aplicar para el presente estudio consistirá en una adaptación al método de cálculo de inventarios para el sector transporte propuesto por el IPCC. De esta manera, el presente trabajo contribuye con una herramienta alternativa para la realización de una adecuada planificación y toma de decisiones dentro del sector de la transportación, una propuesta innovadora que además puede ser replicable con el fin de reducir las emisiones de CO<sub>2e</sub> en el sector del transporte.

## **Capítulo segundo**

### **Situación Actual (SA), Identificación y descripción de los parámetros viales**

#### **1. Acopio y procesamiento de la información**

El acopio de información de los parámetros viales -rutas, frecuencias, flota vehicular, tiempos y distancias de recorrido, entre otros- se realizó mediante el análisis de los datos disponibles en la Agencia Nacional de Tránsito, por lo que se presentó la respectiva solicitud a fin de disponer de los documentos habilitantes pertenecientes a las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. Así, una vez que pudieron analizarse los datos iniciales para establecer el diagnóstico (situación actual), se procedió al procesamiento de los mismos, considerando los siguientes procesos generales:

- Establecimiento de la oferta inicial (censo de transporte público de pasajeros)
- Proceso de dotación de transporte público de pasajeros (oferta nueva, con la finalidad de satisfacer la demanda del servicio de la ciudadanía).
- Consolidación de la oferta de transporte (inicial y nueva) con la finalidad de contar con bases de datos (alfanuméricas y espaciales) que sirvan como una herramienta para la planificación y toma de decisiones para el beneficio del transporte público de pasajeros en el Ecuador.
- Utilización de la oferta de transporte público de pasajeros consolidada para una planificación encaminada al mejoramiento de la situación actual del sector de la transportación terrestre pública de pasajeros en el Ecuador Continental.

Es oportuno mencionar que los procesos generales descritos deben ser revisados y actualizados de manera periódica ya que el sector de la transportación responde a una dinámica activa del territorio, en el que intervienen aspectos tales

como: economía, recursos humanos y sociales, infraestructura y cultura entre otros, de acuerdo al espacio geográfico establecido como zona de estudio.

Por otra parte, los procesos generales considerados para el análisis del transporte terrestre público de pasajeros, recalando que el caso de estudio corresponde a las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura se refieren a:

- Recopilación de los datos e información necesaria para el análisis del transporte terrestre público de pasajeros en el Ecuador.
- Revisión y estructuración de los datos e información recopilada, para que pueda vincularse con una base de datos espacial.
- Utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para realizar un análisis espacial de los parámetros viales disponibles, con la finalidad de representar en mapas temáticos los productos resultantes del presente trabajo. En este punto es oportuno mencionar que un SIG “es una herramienta tecnológica que nos permite: generar, recopilar, procesar, interpretar, almacenar, y presentar, datos e información que interactúan de manera dependiente o independiente con la superficie terrestre para modelar escenarios y disponer de alternativas dirigidas a una adecuada planificación y toma de decisiones” (Páez 2015).
- Vinculación de los resultados obtenidos con la finalidad de establecer alternativas para una mejor planificación y toma de decisiones bajo un escenario de cambio climático en el Ecuador.

A continuación, se procede a describir los datos e información de entrada de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura, en donde como primer punto se cuenta con el censo de transporte (oferta inicial), para el que deben considerarse varios procedimientos ordenados y secuenciales:

- Recopilación de varios de los datos que se encuentran disponibles dentro de los documentos habilitantes vigentes<sup>4</sup>: rutas (viceversa o anillo), frecuencias (ida y vuelta), flota vehicular autorizada, modalidad de

---

<sup>4</sup> En este caso se consideran los documentos habilitantes correspondientes a los permisos de operación que a noviembre del 2015 formaban parte de la oferta de transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliados en la provincia de Imbabura (ANT 2016).



servicio de la operadora de transporte, ámbito territorial de la ruta: intracantonal (IC), intraprovincial (INP) e interprovincial (INT), distancia y tiempo de recorrido, entre otros que forman parte de las bases de datos (excel y espaciales)<sup>5</sup>.

- Revisión de los datos recopilados, con la finalidad de asegurar que se tiene toda la documentación disponible: peticiones de concesiones de rutas, y/o incremento de frecuencias, entre otros, de acuerdo a la necesidad, lo cual evidencia la necesidad de una actualización permanente de los datos de entrada<sup>6</sup>.
- Estructuración de las bases de datos parciales (alfanuméricos y espaciales), que -en un escenario ideal- deberían estar ordenadas mínimo por provincia y por modalidad de transporte (IC, INP, INT).
- Codificación de las bases de datos, en donde cada ruta debe tener un código único; además, debe existir una columna de atributos común en las bases de datos para que se los pueda relacionar posteriormente con una de las herramientas (*join*) que proveen los SIG, lo que otorgará datos que podrán ser analizados de manera espacial.
- Unificación de los datos con la finalidad de disponer solamente de dos bases de datos: una alfanumérica, y otra espacial en donde se encuentre el censo del transporte público de pasajeros (oferta inicial) en el Ecuador, con aquellos atributos mínimos enunciados para el caso de estudio propuesto en el presente trabajo.

Como segundo ítem se tiene el proceso de dotación de transporte. En este punto se debe tener presente que el crecimiento demográfico implica un incremento de las necesidades de la población<sup>7</sup>. Por lo tanto, en el presente proceso se puede considerar el siguiente detalle como fuente de entrada:

---

<sup>5</sup> Para fines del caso de estudio propuesto se procura utilizar como datos de entrada, los siguientes parámetros viales: rutas (viceversa o anillo), frecuencias (ida y vuelta), flota vehicular autorizada, modalidad de servicio de la operadora de transporte, ámbito territorial de la ruta: intracantonal (IC), intraprovincial (INP) e interprovincial (INT), distancia y tiempo de recorrido.

<sup>6</sup> La fecha de referencia de actualización de los datos e información utilizada en el presente trabajo, es noviembre de 2015.

<sup>7</sup> Realizando un análisis multitemporal entre los datos disponibles en el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), y la ANT, se puede evidenciar una relación directa entre el crecimiento poblacional y la oferta de transporte público de pasajeros respectivamente. Para el año 2010, fecha de la realización del Censo de Población y Vivienda por parte del INEC, se

- Elaboración de estudios de necesidades de transporte público de pasajeros.
- Aplicación de encuestas Ascenso – Descenso<sup>8</sup> en los corredores viales que no forman parte de los documentos habilitantes de las operadoras de transporte, es decir el servicio es brindado de manera “informal” y solo posteriormente los choferes cuentan con un documento legal (resolución) que los autorice a circular sobre la red vial del Ecuador.
- Realización de encuestas Origen – Destino en los corredores viales en donde se identifique una demanda de pasajeros insatisfecha, pero en la actualidad no son cubiertos por el servicio de transporte por operadora alguna. En consecuencia, se debería establecer la factibilidad para considerar un determinado corredor vial como parte del proceso de dotación de transporte.
- Una vez establecida la “oferta nueva” en los estudios de necesidades de transporte, se deben tomar como referencia varios de los procesos establecidos en la “oferta inicial” tales como: recopilación, revisión, estructuración, codificación secuencial, y unificación, los cuales deben ser replicados con los datos que forman parte del proceso de dotación de transporte para cubrir con la demanda de pasajeros y sus costumbres de movilidad.
- Realizado el proceso de dotación de transporte se debe continuar con la socialización de sus resultados, y posteriormente la asignación de la “oferta nueva” a las operadoras de transporte, de acuerdo al respectivo estudio técnico previo de factibilidad. Finalmente se tiene la elaboración de las resoluciones, que se convierten en el documento legal para comenzar a cubrir la necesidad de transporte insatisfecha.
- Es oportuno mencionar que en el presente trabajo se considera como “oferta nueva” a las resoluciones emitidas por parte de la ANT, posterior a la emisión de su último permiso de operación (PO).

---

tiene el dato de una población existente en el Ecuador de 15'012.228 habitantes, mientras que, para el año 2015 se tiene una proyección de 16'278.844 habitantes. Por otra parte, en la página web de la ANT se tiene el detalle de 24 resoluciones emitidas como parte de la gestión realizada para satisfacer la necesidad de transporte público de pasajeros en el año 2010, mientras que, para el año 2015 se tiene un total de 37 resoluciones emitidas para atender las necesidades de transportación de la ciudadanía.

<sup>8</sup> Formatos de encuestas (Ascenso – Descenso) y (Origen – Destino) establecidos por el equipo técnico responsable de la elaboración del PNRF (ANT 2016).

En tercer lugar, se establece un proceso neurálgico para contar con datos e información a un nivel de confianza aceptable, en donde, para disponer con una oferta consolidada, se tiene que realizar lo siguiente:

- Compilación de las bases de datos (alfanuméricos y espaciales), con la finalidad de disponer de productos consolidados en base a una estructura de atributos pre-establecidos, una vez que se hayan unificados la oferta inicial y la oferta nueva. En este caso, la presentación de la información consolidada será el producto derivado de la oferta inicial y de la oferta nueva de las operadoras de transporte terrestre público de pasajeros interprovincial domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Por último, como resultado de los procesos generales, se cuenta con datos e información válida para la realización de un control, monitoreo, ordenamiento y planificación del transporte público de pasajeros. En este proceso debe tomarse en cuenta algunos pasos:

- Actualización periódica de las bases de datos (excel y espaciales) en un período de tiempo no mayor a los 6 meses.
- Establecimiento de una metodológica estándar para la actualización dinámica de la información de entrada.
- Elaboración del manual de procesos y procedimientos para la actualización de los datos e información georeferenciada.
- Construcción de los procesos metodológicos para optimizar el dimensionamiento de flota vehicular, la regularización y racionalización de los recorridos y frecuencias de los corredores viales, con la finalidad de disponer de una herramienta útil para establecer una situación potencial deseada del sector de la transportación terrestre pública de pasajeros en el Ecuador Continental.
- Determinación de los procesos y procedimientos necesarios y suficientes para obtener aplicaciones de los datos e información para: disminución de la frecuencia de los accidentes de tránsito, seguridad

vial y ciudadana, disminución del tráfico vehicular, entre otros de acuerdo al ámbito de estudio.

- Establecimiento de la vinculación del análisis de los parámetros viales de la oferta de transporte, para que después de un adecuado control, monitoreo, ordenamiento y planificación de la oferta de transporte público de pasajeros en el Ecuador, se tenga una situación potencial deseada que considere la mitigación de emisiones de toneladas de CO<sub>2e</sub>.

Es indispensable indicar que la descripción de los procesos generales realizada es producto del conocimiento empírico adquirido en el ejercicio del trabajo diario en la Agencia Nacional de Tránsito. Por ello, este documento puede servir como una fuente de consulta y complemento en la elaboración de los informes oficiales del PNRF.

## **2. Resoluciones consideradas para el establecimiento de la oferta de transporte actual**

Las resoluciones o documentos habilitantes considerados para el establecimiento de la oferta de transporte terrestre público de pasajeros, tomando en cuenta las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura son:

Tabla 1

**Resoluciones de la ANT, que forman parte de la oferta de transporte actual, de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura**

<b>Operadora</b>	<b>Resolución</b>
<b>Aerotaxi</b>	Resolución No. 003-RPO-010-2009-CNTTT, del 28 de diciembre de 2009
<b>Expreso Turismo del Norte Quibatul</b>	Resolución No. 009-RPO-010-2010-CNTTTSV, del 2 de diciembre del 2010.
<b>Flota Imbabura</b>	Resolución No. 008-RPO-010-2011-ANT, del 8 de junio de 2011
	Resolución No. 086-DIR-2014-ANT, del 8 de agosto de 2014
<b>Ibamonti</b>	Resolución No. 010-RPO-010-2012-ANT, 14 de diciembre de 2012
<b>Imbaburapac Churimi Canchic</b>	Resolución No. 002-RPO-010-2014-ANT, del 12 de mayo del 2014
<b>Los Lagos</b>	Resolución No. 001-RPO-010-2010-CNTTT, del 6 de enero del 2010
	Resolución No. 001-MRF-010-2012-ANT, del 6 de

	septiembre del 2012
<b>Oriental</b>	Resolución No. 003-RPO-010-2012-ANT, 10 de abril de 2012
<b>Otavalo</b>	Resolución No. 004-RPO-010-2011-CNTTTSV, del 4 de marzo del 2011
	Resolución No. 001-MRF-010-2012-ANT, del 26 de septiembre de 2012
<b>TACA (Andina)</b>	Resolución No. 002-RPO-010-2009-CNTTT, del 15 de diciembre del 2009
<b>Valle del Chota</b>	Contrato de operación 004-2014, del 29 de diciembre del 2014

Fuente: ANT, Resoluciones de la ANT, operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura, hasta Octubre 2015. Elaboración propia.

### 3. Establecimiento de la oferta actual del transporte público de pasajeros en las operadoras de transportación interprovincial en la provincia de Imbabura

Considerando el detalle de la información contemplado en las resoluciones descritas en el ítem anterior, a continuación se muestra la oferta de transporte terrestre público de pasajeros, en donde se describe el nombre de la operadora, sus respectivas rutas, frecuencias (Frec.) de salida y/o retorno debidamente autorizadas y el ámbito territorial de cada una de ellas (intracantonal, intraprovincial o interprovincial). No se considera una columna adicional para la descripción de la modalidad de la operadora, porque todas las operadoras del caso de estudio son de modalidad interprovincial. Es así, que se tiene:

Tabla 2  
Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Aerotaxi”  
domiciliada en la provincia de Imbabura

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Aerotaxi</b>	Quito - Guayaquil (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	Int	3
	Esmeraldas - Quito	Int	6
	Esmeraldas - Guayaquil	Int	6
	Guayaquil - Esmeraldas	Int	5
	Quito - Atacames	Int	1
	Atacames - Quito	Int	1
	Guayaquil - Quito (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	Int	3
	San Lorenzo - Ibarra - Quito - Guayaquil	Int	3
	Guayaquil - Quito - Ibarra - San Lorenzo	Int	3
	Ibarra - Quito	Int	24
	Quito - Ibarra	Int	22
	Quito - Guayaquil	Int	5
	Guayaquil - Quito	Int	5

	Quito - Esmeraldas	Int	6
<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>93</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Aerotaxi 2009. Elaboración propia.

Tabla 3

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Expreso Turismo del Norte Quibatul”, domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Expreso Turismo del Norte Quibatul</b>	Quito - Ibarra	Int	29
	Ibarra - Quito	Int	36
	Quito - Tulcán	Int	9
	Tulcán - Quito	Int	9
<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>83</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Expreso Turismo del Norte Quibatul 2010. Elaboración propia.

Tabla 4

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Flota Imbabura” domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Flota Imbabura</b>	Quito - Manta	Int	4
	Tulcán - Quito	Int	6
	Quito - Ibarra	Int	7
	Ibarra - Quito	Int	8
	Manta - Quito	Int	4
	Quito - Cuenca	Int	10
	Cuenca - Quito	Int	10
	Quito - Guayaquil	Int	15
	Guayaquil - Quito	Int	13
	Quito - Azogues	Int	1
	Azogues - Quito	Int	1
	Quito - Tulcán	Int	5
	Ibarra - Manta	Int	1
	Manta - Ibarra	Int	1
	Guayaquil - Tulcán	Int	2
	Tulcán - Guayaquil	Int	1
	Ibarra - Guayaquil	Int	2
	Guayaquil - Ibarra	Int	3
<b>Total</b>	<b>18</b>		<b>94</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Flota Imbabura 2011 ,2014. Elaboración propia

Tabla 5

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Ibamonti”  
domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Ibamonti</b>	Ibarra - Monteolivo	Int	4
	Monteolivo - Ibarra	Int	4
	Monteolivo - Tulcán	Inp	1
	Tulcán - Monteolivo	Inp	1
	Monteolivo - San Gabriel	Inp	1
	San Gabriel - Monteolivo	Inp	1
	Monteolivo - Pimampiro	Int	4
	Pimampiro - Monteolivo	Int	4
<b>Total</b>	<b>8</b>		<b>20</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Ibamonti 2012. Elaboración propia.

Tabla 6

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial  
“Imbaburapac Churimi Canchic”, domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Imbaburapac Churimi Canchic</b>	San Antonio de Ibarra - Óvalos Alto - Santa Isabel - Ilumán - Quinchuqui - Agato - Araque por la vía antigua	Inp	27
	Ibarra - Otavalo - Cayambe	Int	5
	El Quinche - Cayambe - Otavalo	Int	6
	Otavalo - Cayambe - El Quinche	Int	6
	Cayambe - Cajas - González Suárez - Otavalo	Int	79
	Otavalo - González Suárez - Cajas - Cayambe	Int	79
	Pijal - Vía San Pablo - González Suárez - Calle Gran Colombia - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Terminal Terrestre	Ic	2
	Terminal Terrestre - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr. Heras - Av. Circunvalación - Panamericana Sur - Calle Gran Colombia - González Suárez - Vía San Pablo - Pijal	Ic	2
	Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Barrio La Esperanza - Pucará de San Roque	Inp	13
	Pucará de San Roque - Barrio la Esperanza - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	Inp	13

Comuna Araque - Camuendo - La Compañía - Comuna Pucará de Velásquez - Calle Enrique Garcés - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis E Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte	Ic	38
Por la vía antigua - Araque - Agato - Quinchuqui - Ilumán - Santa Isabel - Ovalos Alto - San Antonio de Ibarra	Inp	27
San Luis de Agualongo - Hualpo - Bolívar - Alumán - Pan Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Oct. - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr. Heras - Circunv. Pan Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - La Compañía - Comuna Araque	Ic	38
Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Vía a Selva Alegre km 25 - Taminanga - El Quinde - Selva Alegre	Int	2
Selva Alegre - El Quinde - Taminanga - km 25 vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	Int	2
Circunvalación - Comunidad - Carabuela - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Estadio Municipal	Ic	3
Estadio Municipal - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Comunidad Carabuela - San José de Jahuapamba	Ic	6
Comunidad Gualopuro - Barrio San Eloy - Vía Antigua - Cotacachi - Otavalo - Vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Redondel de los danzantes - Jacinto Collaguazo - Atahualpa - Av. Circunv. Pan. Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - Trojaloma	Ic	25
Trojaloma - Pucará de Velásquez - Enrique Garcés - Pan. Sur Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Neptalí Ordóñez - Simón Bolívar - Redondel danzantes - Paz Ponce de León - Vía Selva Alegre - Vía Antigua Otavalo - Cotacachi - San Eloy - Gualopuro	Ic	25
Imbabuela - Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Quito - Atahualpa - César Guerra - Plan Venezuela - Vía a la Cascada - Imbaqui - Santa Lucía - Runa Sapi Quinchuqui - Calle Rumiñahui - Ágato	Ic	49
Ágato - Calle Rumiñahui - Quinchuqui - Runa Sapi - Santa Lucía - Imbaqui - Vía a	Ic	49



	la Cascada - Plan Venezuela - César Guerra - Atahualpa - Estévez - Mora - Simón Bolívar - Barrio Imbabuela		
	Apuela - Pucará - Irubí	Int	1
	Irubí - Pucará - Apuela	Int	1
	Irubí - Pucará - Otavalo	Int	2
	Otavalo - Pucará - Irubí	Int	2
	Cayambe - La Y de Tabacundo – Cajas - Otavalo	Int	5
	Otavalo - Cajas - La Y de Tabacundo - Cayambe	Int	5
	Cayambe - Otavalo - Ibarra	Int	5
<b>Total</b>	<b>28</b>		<b>517</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Imbaburapac 2014. Elaboración propia.

Tabla 7

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Los Lagos”  
domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Los Lagos</b>	Quito - Cotacachi	Int	4
	Cotacachi - Quito	Int	4
	Quito - Otavalo	Int	46
	Otavalo - Quito	Int	48
	Otavalo - San Pablo	Ic	51
	San Pablo - Otavalo	Ic	51
	San Pablo - Ibarra	Inp	88
	Ibarra - San Pablo	Inp	88
	Otavalo - Ibarra	Inp	51
	Ibarra - Otavalo	Inp	51
<b>Total</b>	<b>10</b>		<b>482</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Los Lagos 2010, 2012. Elaboración propia.

Tabla 8

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Oriental”  
domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Oriental</b>	Ibarra - Pimampiro	Inp	49
	Pimampiro - Ibarra	Inp	49
	Quito - Pimampiro	Int	9
	Pimampiro - Quito	Int	9
	Pimampiro - Tulcán	Int	3
	Tulcán - Pimampiro	Int	3
<b>Total</b>	<b>6</b>		<b>122</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Oriental 2012. Elaboración propia.

Tabla 9

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Otavalo”  
domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Otavalo</b>	Quito - San José de Minas	Inp	5
	Quito - Pacto	Ic	4
	Pacto - Quito	Ic	4
	San José de Minas - Quito	Inp	10
	Otavalo - Quito	Int	46
	Quito - Otavalo	Int	50
	Otavalo - Ibarra	Inp	101
	Ibarra - Otavalo	Inp	101
	Otavalo - San Pablo	Ic	11
	San Pablo - Otavalo	Ic	12
	Íntag - Otavalo	Int	4
	Otavalo - Íntag	Int	4
	San Pablo - Ibarra	Inp	44
	Ibarra - San Pablo	Inp	44
<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>440</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Otavalo 2011, 2012. Elaboración propia.

Tabla 10

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “TACA (Andina)”  
domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>TACA (Andina)</b>	Quito - El Ángel	Int	4
	El Ángel - Quito	Int	4
	Ibarra - San Lorenzo	Int	3
	San Lorenzo - Ibarra	Int	3
	Quito - Santo Domingo	Int	20
	Santo Domingo - Quito	Int	20
	Quito - Ibarra	Int	42
	Ibarra - Quito	Int	42
<b>Total</b>	<b>8</b>		<b>138</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial TACA Andina 2009. Elaboración propia.

Tabla 11

**Oferta de transporte, de la operadora interprovincial “Valle del Chota”  
domiciliada en la provincia de Imbabura**

Operadora	Rutas	Ámbito	Frec.
<b>Valle del Chota</b>	Ibarra - Lita	Ic	2

El Cristal - Lita - Ibarra	Int	1
Ibarra - Cachaco - Getsemanía	Ic	1
Getsemanía - Cachaco - Ibarra	Ic	1
San Lorenzo - Ibarra	Int	3
Ibarra - San Lorenzo	Int	3
Río Verde - Chinambi - Guallupe - Ibarra	Int	2
Ibarra - Guallupe - Chinambi - Río Verde	Int	2
San Lorenzo - Ibarra - La Bonita Nueva Loja	Int	1
Nueva Loja - La Bonita - Ibarra - San Lorenzo	Int	1
Ibarra - Gualchán - La Primavera - Las Juntas	Int	2
Lita - Ibarra	Ic	2
Las Juntas - La Primavera - Gualchán - Ibarra	Int	2
Ibarra - Juncal - Piquiucho - Caldera - San Rafael - Monteolivo	Int	5
Monteolivo - San Rafael - Caldera - Piquiucho - Juncal - Ibarra	Int	5
Ibarra - Cuambo - Puente Río Amarillo - Estación Carchi - La Loma - Chamanal - Santa Lucía - El Rosal	Int	2
El Rosal - Santa Lucía - Chamanal - La Loma - Estación Carchi - Puente Río Amarillo - Cuambo - Ibarra	Int	2
Las Peñas - La Y de Calderón - San Francisco - Lita - Guallupe - Ibarra	Int	1
Ibarra - Guallupe - Lita - San Francisco - La Y de Calderón - Las Peñas	Int	1
Ibarra - Las Peñas	Int	1
Las Peñas - Ibarra	Int	1
Ibarra - Tumbatu - Pusir	Int	2
Ibarra - San Jerónimo - La Merced de Buenos Aires	Inp	2
Pusir - Tumbatu - Ibarra	Int	2
Ibarra - Guallupe - Gualchán - La Primavera - El Carmen - Chical - Maldonado	Int	2
Maldonado - Chical - El Carmen - La Primavera - Gualchán - Guallupe - Ibarra	Int	2
La Merced de Buenos de Aires - San Jerónimo - Ibarra	Inp	2
Ibarra - La Merced de Buenos Aires	Inp	1
La Merced de Buenos Aires - Ibarra	Inp	1
Ibarra - Salinas	Ic	3
Salinas - Ibarra	Ic	3
Ibarra - Lita - El Cristal	Int	1
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>62</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de la operadora interprovincial Valle del Chota 2014.  
Elaboración propia.

#### 4. Determinación de la oferta de flota vehicular habilitada

En las resoluciones de permisos de operación consideradas para establecer la oferta de transporte de las operadoras domiciliadas en la provincia de Imbabura se

encuentra el detalle de la flota vehicular habilitada para cubrir las rutas y frecuencias de una determinada operadora. Sin embargo, ese dato en varios casos no representa la cantidad de flota vehicular habilitada vigente, debido a que la fecha de emisión de los documentos habilitantes de los PO, hace referencia a varios años atrás, en consecuencia el detalle de buses habilitados puede variar.

Por lo tanto, para el presente trabajo se revisó los expedientes de las operadoras disponibles en la base de datos de archivo central de la ANT, con la finalidad de disponer de información con un alto grado de confianza y actualizada a noviembre del 2015. Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 12  
**Flota vehicular habilitada de las operadoras interprovinciales  
domiciliadas en la provincia de Imbabura**

Provincia	Operadoras	Rutas	Frecuencias	Flota Habilitada
Imbabura	Aerotaxi	14	93	43
	Expreso Turismo del Norte Quibatul	4	83	29
	Flota Imbabura	18	94	86
	Ibamonti	8	20	7
	Imbaburapac Churimi Canchic	28	517	60
	Los Lagos	10	482	55
	Oriental	6	122	22
	Otavalo	14	440	67
	TACA (Andina)	8	138	39
	Valle del Chota	32	62	21
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>142</b>	<b>2.051</b>

Fuente: ANT Documentos habilitantes de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura Varios Años.

##### **5. Determinación de las emisiones de tCO<sub>2</sub>e producidas por la oferta actual del transporte público de pasajeros en las operadoras de transportación interprovincial, en la provincia de Imbabura (situación actual).**

Una vez que se dispone del diagnóstico de los parámetros viales propuestos para ser considerados en el presente caso de estudio, se procede a utilizarlos como insumos de entrada para el establecimiento de las emisiones de CO<sub>2e</sub> producto del transporte terrestre público de pasajeros. Los resultados parciales obtenidos serán presentados por cada operadora interprovincial domiciliada en la provincia de Imbabura.

Los datos considerados para establecer las emisiones de CO<sub>2e</sub> de la situación actual son: nombre de la operadora, detalle de las rutas y frecuencias autorizadas, tiempo de recorrido expresado en minutos (por una frecuencia autorizada), distancia de recorrido calculada en kilómetros (por una frecuencia autorizada), días de servicio autorizados, distancia total de recorrido calculada en kilómetros (considerando un año del servicio de transporte, el total de frecuencias y días de servicio establecidos en los documentos habilitantes de cada operadora), consumo de combustible (en toneladas) estimado por kilómetros recorridos por un bus en un año en la situación actual, establecimiento de la flota vehicular habilitada promedio por cada ruta en función de los kilómetros que se recorren al año y aplicación del método de estimación de emisiones de tCO<sub>2e</sub> propuesto por el IPCC, lo que finalmente permite obtener el valor numérico que representa las emisiones de tCO<sub>2e</sub> resultantes del análisis y cálculos realizados.

### 5.1 Ejemplo de cálculo de la situación actual

Con la finalidad de explicar de mejor manera el proceso realizado para establecer las emisiones de toneladas de CO<sub>2e</sub>, a continuación se muestra un ejemplo del cálculo efectuado, en donde se incluyen las siguientes variables:

*Operadora de transporte:* Se tiene un total de diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. Para el ejemplo se considera la operadora Aerotaxi.

<b>Operadora:</b>	Aerotaxi
<b>Rutas:</b>	Ruta de ida: Quito - Guayaquil Ruta de retorno: Guayaquil - Quito
<b>Frecuencias:</b>	Frecuencia de ida: 5 Frecuencia de retorno: 5
<b>Tiempo de recorrido:</b>	Tiempo de ida: 480 minutos (8 horas)

	Tiempo de retorno: 480 minutos (8 horas)
<b>Distancia en kilómetros:</b>	Dis_km: 411 km (ida)
<b>Días de servicio:</b>	Días de servicio según permiso de operación: Lunes a domingo.
<b>Distancia en kilómetros en un año de servicio de transporte:</b>	<div>Km/año ida: 411 km * 365 días de servicio al año * 5 frecuencias autorizadas al día: 750.075 km</div> <div>Km/año retorno: 411 km * 365 días de servicio al año * 5 frecuencias autorizadas al día: 750.075 km</div>

*Consumo de diésel por kilómetros recorridos por un bus en un año de servicio:* como primer punto se debe calcular la cantidad de combustible utilizado para brindar el servicio de transporte público de pasajeros, por lo que se considera como referencia la entrevista realizada a un conductor de un bus “Hino” de la operadora de transporte: Flota Imbabura. El entrevistado declaró que la capacidad de almacenamiento del vehículo era de 52 galones de diésel, y que para realizar el recorrido “Quito – Ibarra” se consumía alrededor de 23 galones en todo el circuito (ida y vuelta). Por lo tanto, considerando que la distancia de ida en la ruta en mención era de aproximadamente 105 km, se podía sacar como resultado que un bus consumiría un estimado de un galón (3,78 litros) por cada 10 km recorridos.

Por ello, para estimar el consumo de combustible (diésel) en unidades de masa deben realizarse las respectivas conversiones, por lo que se considera la densidad del diésel que corresponde a  $832 \text{ kg/m}^3$ . El proceso de conversión es:

$1.000 \text{ litros} = 1 \text{ m}^3$ ; entonces  $3,78 \text{ litros} = 0,00378 \text{ m}^3$  (por cada 10 km recorridos)

Densidad del diésel =  $832 \text{ kg/m}^3 = \text{masa} / \text{volumen}$

Masa = Densidad \* Volumen

Masa =  $832 \text{ kg/m}^3 * 0,00378 \text{ m}^3$

Masa = 3,14496 kg (por cada 10 km recorridos)

Masa = 0,314496 kg (por cada km recorrido)

Total de recorrido en kilómetros en un año, para lo cual se considera el valor obtenido en la operadora interprovincial: Aerotaxi, que es de 9'085.580 km

Consumo de combustible total en masa =

$$0,314496 \text{ kg /km} * 9'085.580 \text{ km} = 2'857.378,56 \text{ kg} = 2.857,37 \text{ t}$$

Consumo por cada bus promedio =

$$2.857,37 \text{ t} / 43 \text{ buses} = 66,45$$

Toneladas de diésel promedio por bus que se consumen en un año en la operadora Aerotaxi.

*Flota habilitada promedio calculada:* En la situación actual se describe el total de buses habilitados, según la información disponible en el archivo central de la ANT, considerando que la fecha de consulta fue el lunes 16 de noviembre de 2015.

Es importante mencionar que para la situación actual se asume que toda la flota vehicular habilitada es utilizada para brindar el servicio de transporte de todas las rutas autorizadas de una determinada operadora de transporte. Así, la situación actual para la operadora de transporte interprovincial Aerotaxi es que los 43 buses habilitados son ocupados para brindar el servicio de transporte de todas las 14 rutas autorizadas con sus respectivas frecuencias autorizadas.

Se debe señalar que para establecer la flota vehicular promedio (en números enteros) se considera el total de kilómetros recorridos al año y se lo relaciona con los recorridos efectuados por cada ruta en ese tiempo, considerando que en la situación actual mientras más kilómetros se recorran, mayor será la flota vehicular necesaria, para cubrir las frecuencias debidamente autorizadas. Es pertinente mencionar que si el resultado calculado es un valor mayor al número de frecuencias autorizadas, se debe reajustar el valor promedio porque el valor de flota vehicular promedio no puede ser mayor al número de frecuencias autorizadas. Por estas razones, de darse estos casos particulares, deben realizar los ajustes necesarios para obtener resultados coherentes en función del análisis de las rutas y frecuencias pertenecientes a la oferta de transporte de una determinada operadora.

Para el ejemplo, se tiene:

*Flota habilitada para la operadora Aerotaxi:* 43 buses con un recorrido total al año de 9'085.580 km

*Flota habilitada promedio aproximada*, considerando que el recorrido realizado al año en la ruta Quito – Guayaquil es de 750.075 km

$(750.075 \text{ km} \cdot 43 \text{ buses}) / 9'085.580 \text{ km} = 3,54 \text{ buses}$   
es decir aproximadamente 4 buses en la ruta Quito – Guayaquil.

*Método del IPCC:* Considerando que se propone la utilización de la metodología general propuesta por el IPCC, para el cálculo de emisiones de GEI, se tiene:

*Paso 1.* Estimación del consumo aparente de combustibles: en este caso se considera para todas las rutas de análisis el cálculo realizado para establecer el consumo de diésel promedio por bus en un año, para luego multiplicarlo por el promedio de buses calculados en función de los kilómetros recorridos por cada ruta. Para el ejemplo se tiene:

Consumo aparente de la ruta de ida:

$$(66,45 \text{ toneladas/bus}) \cdot 4 \text{ buses} = 265,8 \text{ t}$$

Consumo aparente de la ruta de vuelta:

$$(66,45 \text{ toneladas/bus}) \cdot 4 \text{ buses} = 265,8 \text{ t}$$

*Paso 2.* Conversión a una unidad común de energía:  $43,33 \text{ TJ}/10^3 \text{ ton para diésel}$ .

Conversión a unidad de energía de la ruta de ida:

$$(265,8 \text{ t} \cdot 43,33 \text{ TJ}) / 10^3 \text{ t} = 11,52 \text{ TJ}$$

Conversión a unidad de energía de la ruta de vuelta:

$$(265,8 \text{ t} \cdot 43,33 \text{ TJ}) / 10^3 \text{ t} = 11,52 \text{ TJ}$$

*Paso 3.* Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de carbono ( $20,2 \text{ tC}/\text{TJ para diésel}$ ).

Contenido de Carbono de la ruta de ida:

$$20,2 \text{ tC}/\text{TJ} \cdot 11,52 \text{ TJ} = 232,65 \text{ tC}$$

Contenido de Carbono de la ruta de vuelta:

$$20,2 \text{ tC}/\text{TJ} \cdot 11,52 \text{ TJ} = 232,65 \text{ tC}$$

*Paso 4.* Cálculo del carbono real almacenado.

Para el presente caso de estudio, y considerando que no se dispone de una fuente oficial para estimar la porción de carbono que se espera que se oxide, se asume que



el carbono real almacenado es igual al resultado obtenido en el contenido de carbono, en donde:

Carbono real almacenado de la ruta de ida: 232,65 tC

Carbono real almacenado de la ruta de vuelta: 232,65 tC

*Paso 5.* Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado. La fracción del carbono oxidado es 0,99 para *petróleo y derivados de petróleo*. Por lo tanto, para el ejemplo se tiene:

Carbono no oxidado de la ruta de ida:

$$232,64\text{tC} * 0,99 = 230,32\text{tC}$$

Carbono no oxidado de la ruta de vuelta:

$$232,64\text{tC} * 0,99 = 230,32\text{tC}$$

*Paso 6.* Conversión del carbono no oxidado a emisiones de CO<sub>2e</sub>: Multiplicar la cantidad de carbono total oxidado por el factor 44/12. Así, para el ejemplo propuesto se tiene:

*Emisiones de CO<sub>2e</sub> de la ruta de ida (método IPCC):*

$$(44/12) * 230,32\text{tC} = 842,98\text{tCO}_{2e}$$

*Emisiones de CO<sub>2e</sub> de la ruta de vuelta (método IPCC):*

$$(44/12) * 230,32\text{tC} = 842,98\text{tCO}_{2e}$$

Una vez mostrado mediante un ejemplo el proceso realizado para el cálculo de emisiones de tCO<sub>2e</sub> en la situación actual de la oferta de transporte terrestre público de pasajeros producto del servicio de transporte brindado por las operadoras interprovinciales de la provincia de Imbabura, en el Anexo 1 se muestra la síntesis de los resultados obtenidos por cada una de las diez operadoras de transporte que forman parte del presente caso de estudio.

## Capítulo tercero

### Situación Potencial Deseada (SPD)

#### 1. Determinación de la flota vehicular calculada

Para el cálculo matemático del dimensionamiento de flota se consideran los siguientes parámetros viales: rutas, frecuencias (en este ítem se describe el total de frecuencias autorizadas por cada ruta), tiempo en minutos aproximados y distancia aproximada de recorrido en kilómetros (en este ítem se considera la descripción del tiempo y la distancia recorrida tomando en cuenta una frecuencia autorizada).

Su principal aplicación es la definición de una flota vehicular óptima. El procedimiento utilizado para su cálculo se muestra a continuación mediante un ejemplo:

RUTA: San Lorenzo – Ibarra – Quito - Guayaquil

TIEMPO DE VIAJE: 14,5 horas

No. UNIDADES: 4

Tabla 1

**Ejemplo de la elaboración del dimensionamiento de flota calculado**

Rutas	San Lorenzo - Ibarra - Quito - Guayaquil	Guayaquil - Quito - Ibarra - San Lorenzo
Frecuencias	5:30	0:20
	13:00	21:05
	15:00	22:30

Elaboración propia

Antes de exponer los resultados obtenidos de los dimensionamientos de flota vehicular calculada, conviene describir cuales son los parámetros que deben considerarse para obtener los resultados más ajustados con el fin de brindar el servicio de transporte público de pasajeros por parte de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura:

#### Revisión y recopilación de los documentos habilitantes

Con la finalidad de obtener resultados ajustados a la situación actual de la oferta de transporte terrestre público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura, es necesario revisar, recopilar y estructurar

los documentos habilitantes vigentes de cada una de las diez operadoras propuestas en el presente trabajo como caso de estudio.

Por ello, se deben considerar las resoluciones de: permisos o contratos de operación que se convierten en el documento habilitante para que las operadoras puedan circular de manera legal por la red vial del Ecuador; concesiones de rutas y/o frecuencias que se las encuentra cuando son producto de la dinámica constante del sector de la transportación y son emitidas para satisfacer una demanda de pasajeros evidenciada en los informes técnicos previos. Asimismo se tienen resoluciones de incrementos de frecuencias, modificaciones y/o alargues de rutas, rectificaciones a las resoluciones previas, cambios de vehículo, cambios de socio, habilitaciones y des habilitaciones de vehículos entre otras, de acuerdo al historial documental disponible.

### **Distancia de recorrido**

Es la distancia medida en kilómetros correspondiente a la longitud del recorrido de una determinada ruta, que forma parte de un documento habilitante vigente.

### **Tiempo de recorrido**

Es el parámetro fundamental a considerar para el cálculo matemático del dimensionamiento de flota vehicular óptimo, en donde en función del tiempo de recorrido se van emparejando el detalle de las rutas y frecuencias autorizadas como oferta de transporte de cada una de las operadoras de transporte interprovincial analizadas.

Por otra parte, es necesario mencionar que el tiempo de recorrido es dependiente de otros factores clave, tales como: distancia de recorrido y tipo de capa de rodadura. En consecuencia, al ser un parámetro vial dinámico, el mismo debería ser actualizado de manera permanente. Para el caso del estudio actual, se considera un tiempo de viaje estándar por cada ruta para realizar los respectivos cálculos matemáticos.

### **Días de servicio**

Corresponde al detalle del servicio de transporte autorizado para que sea cubierto en una semana, por ejemplo de lunes a domingo, solo fines de semana, solo lunes, entre otros que se pueden encontrar en función de la demanda de pasajeros y costumbres de movilidad particulares de cada espacio geográfico que es cubierto con la

oferta de transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

### **Cumplimiento de rutas y frecuencias**

Con la finalidad de establecer si las operadoras de transporte terrestre están respetando las rutas y frecuencias autorizadas, se procede a verificar su cumplimiento, porque en algunos casos no lo realizan debido a varios factores relacionados a: baja demanda de pasajeros, condiciones del tipo de rodadura de las vías, baja rentabilidad para cubrir el servicio de transporte, sobreoferta de transporte (cuando otra operadora tiene autorizada la misma ruta en similares frecuencias), falta de flota vehicular para cubrir con el servicio de manera integral de acuerdo a lo autorizado, entre otros.

Para el presente caso de estudio se asume que todas las rutas y frecuencias son cumplidas de manera total, con el propósito de establecer la flota vehicular óptima para cubrir toda la demanda de pasajeros considerada en relación con la oferta de transporte autorizada actualmente.

### **Optimización del servicio de transporte público de acuerdo a lo autorizado**

Una vez que se dispone del detalle completo de los parámetros descritos anteriormente, se procede a verificar si se puede optimizar la flota vehicular establecida para cada una de las rutas y frecuencias autorizadas; por ejemplo, se considera que la flota vehicular utilizada para cubrir una ruta con sus frecuencias autorizadas para brindar el servicio de transporte de lunes a viernes puede ser utilizada para cubrir otra ruta con sus frecuencias autorizadas para brindar el servicio de transporte solo los sábados y domingos.

Es necesario indicar que el principal objetivo de este parámetro es modelar el servicio de transporte óptimo y de esta manera contribuir a la mitigación de las cantidades de CO<sub>2e</sub> que son emitidas por las operadoras de transporte terrestre en la actualidad.

Considerando que el presente trabajo analiza como caso de estudio el transporte público de pasajeros que es brindado por las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura, se tiene el siguiente dimensionamiento de flota calculada, que se convierte en la situación potencial deseada:

Tabla 2

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Aerotaxi”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Aerotaxi</b>	San Lorenzo - Ibarra - Quito - Guayaquil	3	900	725	43	4
	Guayaquil - Quito - Ibarra - San Lorenzo	3	900	725		
	Esmeraldas - Guayaquil	6	540	454		7
	Guayaquil - Esmeraldas	5	540	454		
	Quito - Guayaquil (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	540	411		3
	Guayaquil - Quito (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	540	411		
	Quito - Guayaquil	5	480	411		7
	Guayaquil - Quito	5	480	411		
	Quito - Atacames	1	480	313		1
	Atacames - Quito	1	480	313		
	Esmeraldas - Quito	6	420	293		5
	Quito - Esmeraldas	6	420	293		
	Ibarra - Quito	24	150	105		14
	Quito - Ibarra	22	150	105		
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>93</b>	<b>7.020</b>	<b>5.424</b>	<b>43</b>	<b>41</b>

Elaboración propia.

Tabla 3

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Expreso Turismo del Norte Quibatul”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Expreso Turismo del Norte Quibatul</b>	Quito - Tulcán	9	300	230	29	9
	Tulcán - Quito	9	300	230		

	Quito - Ibarra	29	150	105		13
	Ibarra - Quito	36	150	105		
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>83</b>	<b>900</b>	<b>670</b>	<b>29</b>	<b>22</b>

Elaboración propia.

Tabla 4

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Flota Imbabura”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Flota Imbabura</b>	Guayaquil - Tulcán	2	780	674	86	3
	Tulcán - Guayaquil	1	780	674		
	Ibarra - Guayaquil	2	600	549		4
	Guayaquil - Ibarra	3	600	549		
	Ibarra - Manta	1	600	506		2
	Manta - Ibarra	1	600	506		
	Quito - Cuenca	10	540	422		18
	Cuenca - Quito	10	540	422		
	Quito - Guayaquil	15	480	411		14
	Guayaquil - Quito	13	480	411		
	Quito - Azogues	1	510	395		1
	Azogues - Quito	1	510	395		
	Quito - Manta	4	480	368		6
	Manta - Quito	4	480	368		
	Tulcán - Quito	6	300	230		6
	Quito - Tulcán	5	300	230		
	Quito - Ibarra	7	150	105		7
	Ibarra - Quito	8	150	105		
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>94</b>	<b>8.880</b>	<b>7.320</b>	<b>86</b>	<b>61</b>

Elaboración propia.

Tabla 5

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Ibamonti”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Ibamonti</b>	Monteolivo - Tulcán	1	150	99	<b>7</b>	<b>1</b>
	Tulcán - Monteolivo	1	150	99		
	Ibarra - Monteolivo	4	105	67		<b>3</b>
	Monteolivo - Ibarra	4	105	67		
	Monteolivo - San Gabriel	1	105	58		<b>1</b>
	San Gabriel - Monteolivo	1	105	58		
	Monteolivo - Pimampiro	4	60	30		<b>2</b>
	Pimampiro - Monteolivo	4	60	30		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>840</b>	<b>508</b>	<b>7</b>	<b>7</b>

Elaboración propia.

Tabla 6

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Imbaburapac Churimi Canchic</b>	Apuela - Pucará - Irubí	1	45	87	<b>60</b>	<b>1</b>
	Irubí - Pucará - Apuela	1	45	87		
	Irubí - Pucará - Otavalo	2	180	81		<b>1</b>
	Otavalo - Pucará - Irubí	2	180	81		
	Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Vía a Selva Alegre km 25 - Taminanga - El Quinde - Selva Alegre	2	180	76		<b>1</b>
	Selva Alegre - El Quinde - Taminanga - km 25 vía a	2	180	76		

Selva Alegre - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre				
Otavaló - Cayambe - El Quinche	6	90	67	
El Quinche - Cayambe - Otavaló	6	90	67	3
Ibarra - Otavaló - Cayambe	5	90	55	
Cayambe - Otavaló - Ibarra	5	90	55	4
Cayambe - Cajas - González Suárez - Otavaló	79	60	35	
Otavaló - González Suárez - Cajas - Cayambe	79	60	35	12
Cayambe - La Y de Tabacundo - Cajas - Otavaló	5	75	35	
Otavaló - Cajas - La Y de Tabacundo - Cayambe	5	75	35	5
San Antonio de Ibarra - Óvalos Alto - Santa Isabel - Ilumán - Quinchuqui - Agato - Araque por la vía antigua	27	75	26	
Por la vía antigua - Araque - Agato - Quinchuqui - Ilumán - Santa Isabel - Ovalos Alto - San Antonio de Ibarra	27	75	26	6
Pijal - Vía San Pablo - González Suárez - Calle Gran Colombia -Panamericana Sur - Av.	2	30	15	2



Circunvalación - Dr. Heras - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Terminal Terrestre				
Terminal Terrestre - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr. Heras - Av. Circunvalación -Panamericana Sur - Calle Gran Colombia - González Suárez - Vía San Pablo - Pijal	2	30	15	
Comunidad Gualopuro - Barrio San Eloy - Vía Antigua - Cotacachi - Otavalo - Vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Redondel de los danzantes - Jacinto Collaguazo - Atahualpa - Av. Circunv. Pan. Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - Trojaloma	25	60	13	
Trojaloma - Pucará de Velásquez - Enrique Garcés - Pan. Sur Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Neptalí Ordóñez - Simón Bolívar - Redondel	25	60	13	4

danzantes - Paz Ponce de León - Vía Selva Alegre - Vía Antigua Otavalo - Cotacachi - San Eloy - Gualopuro					
Comuna Araque - Camuendo - La Compañía - Comuna Pucará de Velásquez - Calle Enrique Garcés - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis E Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte	38	60	13		
San Luis de Aqualongo - Hualpo - Bolívar - Alumán - Pan Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Oct - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr. Heras - Circunv Pan Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - La Compañía - Comuna Araque	38	60	13		6

Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Barrio La Esperanza - Pucará de San Roque	13	30	12	
Pucará de San Roque - Barrio la Esperanza - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	13	30	12	2
Imbabuela - Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Quito - Atahualpa - César Guerra - Plan Venezuela - Vía a la Cascada - Imbaqui - Santa Lucía - Runa Sapi Quinchuqui - Calle Rumiñahui - Ágato	49	60	11	
Ágato - Calle Rumiñahui - Quinchuqui Runa Sapi - Santa Lucía - Imbaqui - Vía a la Cascada - Plan Venezuela - César Guerra - Atahualpa - Estévez - Mora - Simón Bolívar - Barrio Imbabuela	49	60	11	8
Circunvalación - Comunidad - Carabuela - Panamericana Norte - Paz	3	30	6	3

	Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Estadio Municipal					
	Estadio Municipal - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Comunidad Carabuela - San José de Jahuapamba	6	30	6		
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>517</b>	<b>2.130</b>	<b>1.064</b>	<b>60</b>	<b>58</b>

Elaboración propia

Tabla 7

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Los Lagos”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Los Lagos</b>	Quito - Cotacachi	4	150	93	55	6
	Cotacachi - Quito	4	150	93		
	Quito - Otavalo	46	120	81		13
	Otavalo - Quito	48	120	81		
	San Pablo - Ibarra	88	60	37		14
	Ibarra - San Pablo	88	60	37		
	Otavalo - Ibarra	51	40	24		10
	Ibarra - Otavalo	51	40	24		
	Otavalo - San Pablo	51	30	14		4
	San Pablo -	51	30	14		

	Otavallo					
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>482</b>	<b>800</b>	<b>498</b>	<b>55</b>	<b>47</b>

Elaboración propia.

Tabla 8

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Oriental”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Oriental</b>	Quito - Pimampiro	9	240	158	22	8
	Pimampiro - Quito	9	240	158		
	Pimampiro - Tulcán	3	120	89		3
	Tulcán - Pimampiro	3	120	89		
	Ibarra - Pimampiro	49	90	54		12
	Pimampiro - Ibarra	49	90	54		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>122</b>	<b>900</b>	<b>602</b>	<b>22</b>	<b>23</b>

Elaboración propia.

Tabla 9

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Otavallo”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Otavallo</b>	Quito - Pacto	4	150	89	67	3
	Pacto - Quito	4	150	89		
	Íntag-Otavallo	4	300	85		6
	Otavallo -Íntag	4	300	85		
	Quito - San José de Minas	5	120	81		5
	San José de Minas - Quito	10	120	81		
	Otavallo - Quito	46	120	81		13
	Quito - Otavallo	50	120	81		
	San Pablo - Ibarra	44	60	37		7
	Ibarra - San Pablo	44	60	37		
	Otavallo - Ibarra	101	40	24		20
	Ibarra - Otavallo	101	40	24		
	Otavallo - San Pablo	11	30	14		4

	San Pablo - Otavalo	12	30	14		
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>440</b>	<b>1.640</b>	<b>822</b>	<b>67</b>	<b>58</b>

Elaboración propia.

Tabla 10

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “TACA (Andina)”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>TACA (Andina)</b>	Ibarra - San Lorenzo	3	270	176	39	4
	San Lorenzo - Ibarra	3	270	176		
	Quito - El Ángel	4	240	170		4
	El Ángel - Quito	4	240	170		
	Quito - Santo Domingo	20	150	124		11
	Santo Domingo - Quito	20	150	124		
	Quito - Ibarra	42	150	105		15
	Ibarra - Quito	42	150	105		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>138</b>	<b>1.620</b>	<b>1.150</b>	<b>39</b>	<b>34</b>

Elaboración propia.

Tabla 11

**Dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte de la operadora interprovincial “Valle del Chota”**

Operadora	Rutas	Frec. Total	Tiempo_Rec (una frecuencia)	Dist_km (aprox) (una frecuencia)	Flota_Habilitada	Flota_Calculada
<b>Valle del Chota</b>	San Lorenzo - Ibarra - La Bonita Nueva Loja	1	840	473	21	2
	Nueva Loja - La Bonita - Ibarra - San Lorenzo	1	840	473		
	Las Peñas - La Y de Calderón - San Francisco - Lita - Gualupe - Ibarra	1	300	224		1
	Ibarra - Gualupe - Lita - San Francisco - La Y de Calderón - Las Peñas	1	300	224		
	Ibarra - Las Peñas	1	300	224		
	Las Peñas - Ibarra	1	300	224		1
	San Lorenzo -	3	240	176		3

Ibarra				
Ibarra - San Lorenzo	3	240	176	
Ibarra - Guallupe - Gualchán - La Primavera - El Carmen - Chical - Maldonado	2	270	123	
Maldonado - Chical - El Carmen - La Primavera - Gualchán - Guallupe - Ibarra	2	270	123	2
El Cristal - Lita - Ibarra	1	210	112	
Ibarra - Lita - El Cristal	1	210	112	1
Ibarra - Cachaco - Getsemanía	1	180	102	
Getsemanía - Cachaco - Ibarra	1	180	102	1
Ibarra - Lita	2	150	99	
Lita - Ibarra	2	150	99	1
Ibarra - San Jerónimo - La Merced de Buenos Aires	2	180	94	
La Merced de Buenos de Aires - San Jerónimo - Ibarra	2	180	94	2
Ibarra - La Merced de Buenos Aires	1	180	94	
La Merced de Buenos Aires - Ibarra	1	180	94	1
Río Verde - Chinambi - Guallupe - Ibarra	2	150	93	
Ibarra - Guallupe - Chinambi - Río Verde	2	150	93	2
El Rosal - Santa Lucía - Chamanal - La Loma - Estación Carchi - Puente Río Amarillo - Cuambo - Ibarra	2	120	89	
Ibarra - Cuambo - Puente Río Amarillo - Estación Carchi	2	120	89	1

	- La Loma - Chamanal - Santa Lucía - El Rosal					
	Ibarra - Gualchán - La Primavera - Las Juntas	2	180	84		
	Las Juntas - La Primavera - Gualchán - Ibarra	2	180	84		2
	Monteolivo - San Rafael - Caldera - Piquiucho - Juncal - Ibarra	5	120	67		
	Ibarra - Juncal - Piquiucho - Caldera - San Rafael - Monteolivo	5	120	67		3
	Ibarra - Tumbatu - Pusir	2	90	44		
	Pusir - Tumbatu - Ibarra	2	90	44		1
	Ibarra - Salinas	3	60	28		
	Salinas - Ibarra	3	60	28		1
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>62</b>	<b>7.140</b>	<b>4.252</b>	<b>21</b>	<b>25</b>

Elaboración propia.

Es necesario especificar que para las operadoras Imbaburapac Churimi Canchic y Los Lagos, se considera la flota vehicular habilitada (sin considerar cupos pendientes) especificada en sus últimos permisos de operación. Esto se lo realizó con la finalidad de contar con datos lo más ajustados a la actualidad, debido a que no se dispone de un detalle integral en la base de datos de archivo de la ANT (que es fuente de las ocho operadoras restantes).

Por último, a continuación se muestra la síntesis del dimensionamiento de flota calculado en las diez operadoras interprovinciales de transporte terrestre público de pasajeros, domiciliadas en la provincia de Imbabura:

Tabla 12

**Síntesis del dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado para la oferta de transporte terrestre interprovincial en la provincia de Imbabura**

Provincia	Operadoras	Rutas	Frecuencias	Flota Habilitada (FH)	Flota Calculada (FC)	FH - FC
<b>Imbabura</b>	Aerotaxi	14	93	43	41	2



	Expreso Turismo del Norte Quibatul	4	83	29	22	7
	Flota Imbabura	18	94	86	61	25
	Ibamonti	8	20	7	7	0
	Imbaburapac Churimi Canchic	28	517	60	58	2
	Los Lagos	10	482	55	47	8
	Oriental	6	122	22	23	-1
	Otavalo	14	440	67	58	9
	TACA (Andina)	8	138	39	34	5
	Valle del Chota	32	62	21	25	-4
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>142</b>	<b>2.051</b>	<b>429</b>	<b>376</b>	<b>53</b>

Elaboración propia.

## 2. Establecimiento de las emisiones de CO<sub>2e</sub> que se producirían con un adecuado control, monitoreo y planificación de la cobertura de transporte realizado por las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura (situación potencial deseada).

Una vez que se dispone del dimensionamiento de flota vehicular óptima calculada, se procede a vincularlos dentro del análisis de parámetros viales que forman parte de los insumos de entrada para el establecimiento de las emisiones de tCO<sub>2e</sub> de la situación potencial deseada, en donde se toma en cuenta un adecuado control, monitoreo, ordenamiento y planificación de la oferta de transporte terrestre público de pasajeros de las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Por lo tanto, los datos tomados para establecer las emisiones de CO<sub>2e</sub> de la situación potencial deseada son: nombre de la operadora, detalle de las rutas y frecuencias autorizadas, tiempo de recorrido expresado en minutos (por una frecuencia autorizada), distancia de recorrido calculada en kilómetros (por una frecuencia autorizada), días de servicio autorizados, distancia total de recorrido calculada en kilómetros (considerando un año del servicio de transporte, el total de frecuencias y días de servicio establecidos en los documentos habilitantes de cada operadora), el consumo de combustible (en toneladas) estimado por kilómetros recorridos por un bus en un año

en la situación actual, vinculación con el dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado y aplicación del método de estimación de emisiones de tCO<sub>2e</sub> propuesto por el IPCC, obteniendo finalmente el valor numérico, resultante del análisis y cálculos realizados, que representa las emisiones de tCO<sub>2e</sub>.

## 2.1. Ejemplo de cálculo de la situación potencial deseada

A continuación se presenta un ejemplo del proceso realizado, donde se muestra con mayor detalle los datos descritos anteriormente, para luego presentar los resultados consolidados obtenidos en la situación potencial deseada.

*Operadora de transporte:* Se tiene un total de diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. En el ejemplo se considera la misma ruta considerada en la situación actual, es así que se tiene:

Operadora: Aerotaxi

<b>Rutas:</b>	Ruta de ida: Quito - Guayaquil Ruta de retorno: Guayaquil - Quito
<b>Frecuencias:</b>	Frecuencias de ida: 5 Frecuencias de retorno: 5
<b>Tiempo de recorrido:</b>	Tiempo de ida: 480 minutos (8 horas) Tiempo de retorno: 480 minutos (8 horas)
<b>Distancia en kilómetros:</b>	Dist_km: 411 km (Ida)
<b>Días de servicio:</b>	Días de servicio según permiso de operación: lunes a domingo

*Distancia en kilómetros en un año de servicio de transporte:*

Km/año ida:

411 km \* 365 días de servicio al año \* 5 frecuencias autorizadas al día: 750.075km

Km/año retorno:

411 km \* 365 días de servicio al año \* 5 frecuencias autorizadas al día: 750.075 km

*Flota óptima calculada:*

Para la situación potencial deseada se considera el dimensionamiento de flota óptima calculada.

*Para el ejemplo, se tiene:*

Flota óptima calculada: 7 buses en total (considerando la ruta de ida y vuelta)

*Método del IPCC:* Considerando que se propone la utilización de la metodología general propuesta por el IPCC, para el cálculo de emisiones de GEI se tiene:

*Paso 1.* Estimación del consumo aparente de combustibles: se considera el cálculo realizado para establecer el consumo de diésel promedio por bus en un año por operadora, (en este ejemplo la operadora Aerotaxi con un consumo promedio de 66,45t/bus) para luego multiplicarlo por la flota vehicular resultante del dimensionamiento de flota vehicular calculada. Para el ejemplo se tiene:

Consumo aparente del recorrido de ida y vuelta:

$$(66,45 \text{ toneladas/bus}) * 7 \text{ buses} = 465,15 \text{ t}$$

*Paso 2.* Conversión a una unidad común de energía: 43,33 TJ/10<sup>3</sup> ton para diésel

Conversión a unidad de energía del recorrido de ida y vuelta:

$$(465,15 \text{ t} * 43,33 \text{ TJ}) / 10^3 \text{ t} = 20,16 \text{ TJ}$$

*Paso 3.* Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de

$$\text{carbono} (20,2 \text{ tC/TJ para diésel})$$

Contenido de Carbono del recorrido de ida y vuelta:

$$20,2 \text{ tC/TJ} * 20,16 \text{ TJ} = 407,13 \text{ tC}$$

*Paso 4.* Cálculo del carbono real almacenado: Para el presente caso de estudio, y considerando que no se dispone de una fuente oficial para estimar la porción de carbono que se espera que se oxide, se asume que el carbono real almacenado es igual al resultado obtenido en el contenido de carbono, en donde:

Carbono real almacenado del recorrido de ida y vuelta: 407,13tC

*Paso 5.* Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado. La fracción del carbono oxidado es 0,99 para petróleo y derivados de petróleo. Por lo tanto, para el ejemplo se tiene:

Carbono no oxidado del recorrido de ida y vuelta:

$$407,13 \text{ tC} * 0,99 = 403,06 \text{ tC}$$

*Paso 6.* Conversión del carbono no oxidado a emisiones de CO<sub>2e</sub>: Multiplicar la cantidad de carbono total oxidado por el factor 44/12. Así, para el ejemplo propuesto se tiene:

Emisiones de tCO<sub>2e</sub> del recorrido de la ruta de ida y vuelta (método IPCC):

$$(44,12) * 403,06 \text{ tC} = 1.475,21 \text{ tCO}_{2e}$$

Una vez detallado mediante un ejemplo el proceso realizado para el cálculo de emisiones de tCO<sub>2e</sub> en la situación potencial deseada, en el Anexo 2, se procede a mostrar la síntesis de los resultados obtenidos para cada una de las diez operadoras de transporte que forman parte del presente estudio.

## Capítulo cuarto

### Resultados

#### 1. Propuesta de un esquema para la mitigación de emisiones de GEI producto del transporte público de pasajeros en el Ecuador

Para la elaboración de la propuesta de un esquema para la mitigación de emisiones de GEI producto del transporte público de pasajeros en Ecuador es necesario establecer en primera instancia cuáles son los parámetros considerados dentro del análisis y la respectiva nomenclatura utilizada:

*Para el diagnóstico de la situación actual se tiene:*

Operadora de transporte terrestre = Op\_Tr

Ruta autorizada = R

Total de frecuencias autorizadas al día por ruta = Fr

Distancia recorrida en km por una frecuencia autorizada: Dist\_km\_1frec

Días de servicio de transporte al año:

Por ejemplo, de lunes a domingo sería

365 días al año = Días\_serv\_año

Distancia recorrida en km al año por ruta =

$(Fr) * (Dist\_km\_1frec) * (Días\_serv\_año) = Dist\_km\_año\_R$

Distancia recorrida en km al año por operadora, en donde se debe considerar la sumatoria del resultado parcial de cada una de las rutas autorizadas por operadora, es decir =

Sumatoria de Dist\_km\_año\_R = Dist\_km\_año\_Op\_Tr

Total de flota vehicular autorizada por operadora = Flot\_aut\_total\_Op\_Tr

Consumo de combustible por km recorrido (expresado en toneladas), en donde se debe considerar que masa = densidad \* volumen, y además, se debe tomar en cuenta

que se estableció un consumo aproximado de diésel de un galón por cada diez kilómetros recorrido, y por último la densidad del diésel que es de 832 kg/m<sup>3</sup>.

El resultado que se obtuvo es de 0,314496 kg por kilómetro recorrido = 0,314496 \* 10<sup>-3</sup> toneladas y la nomenclatura que se utilizará para representar este proceso = Comb\_km\_rec

Consumo promedio de combustible por un bus, durante un año de servicio por operadora (expresado en toneladas) =

$$[(\text{Comb\_km\_rec}) * (\text{Dist\_km\_año\_Op\_Tr})] / (\text{Flot\_aut\_total\_Op\_Tr}) = \text{Consumo (t/km al año por bus)}$$

Flota vehicular promedio necesaria por ruta por operadora de transporte:

$$[(\text{Dist\_km\_año\_R}) * \text{Flot\_aut\_total\_Op\_Tr}] / \text{Dist\_km\_año\_Op\_Tr} = \text{Flota\_promedio}$$

Método IPCC: en este caso se consideran los valores del diésel, porque es el combustible utilizado para el funcionamiento de la flota vehicular necesaria para satisfacer el servicio de transporte público de pasajeros.

*Paso 1:* Estimación del consumo aparente de combustible (en este caso diésel expresado en toneladas) =

$$\text{Consumo (t/km al año por bus)} * (\text{Flota\_promedio}) = \text{Paso 1\_t/año}$$

*Paso 2:* Conversión a una unidad común de energía, en donde se debe considerar el factor 43,33 TJ/103 ton para diésel =

$$[(\text{Paso 1\_t/año}) * 43,33 \text{ TJ}] / 1000 \text{ t} = \text{Paso 2\_TJ/año}$$

*Paso 3:* Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de carbono, considerar 20,2 tC/TJ para el diésel =

$$(\text{Paso 2\_TJ/año}) * 20,2 \text{ tC/TJ} = \text{Paso 3\_tC/año}$$

*Paso 4:* Cálculo del carbono real almacenado, en este caso se considera que es igual al contenido de carbono, por lo que se tiene el mismo valor del Paso 3\_tC/año = Paso 4\_tC/año

*Paso 5:* Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado, en este caso se debe considerar 0,99 por ser el diésel un derivado del petróleo =

$$\text{Paso4\_tC/año} * 0,99 = \text{Paso 5\_tC/año}$$

*Paso 6:* Conversión del carbono no oxidado a emisiones de CO<sub>2</sub>e, en donde se debe considerar el factor 44/12 para multiplicarlo, en donde se tiene:

$$\text{Paso 5\_tC/año} * 44,12 \text{ tCO}_2/\text{tC} = \text{Emisiones (tCO}_2\text{e/año)}_{\text{SA}}$$

*Mientras que para la situación potencial se tiene:*

Operadora de transporte terrestre = Op\_Tr  
 Ruta autorizada = R  
 Total de frecuencias autorizadas al día por ruta = Fr  
 Distancia recorrida en km por una frecuencia autorizada: Dist\_km\_1frec

Días de servicio de transporte al año:  
 Por ejemplo de lunes a domingo sería 365 días al año = Días\_serv\_año

Distancia recorrida en km al año por ruta =  
 (Fr) \* (Dist\_km\_1frec) \* (Días\_serv\_año) = Dist\_km\_año\_R

Distancia recorrida en kilómetros al año por operadora, en donde se debe considerar la sumatoria del resultado parcial de cada una de las rutas autorizadas por operadora, es decir =

$$\text{Sumatoria de Dist\_km\_año\_R} = \text{Dist\_km\_año\_Op\_Tr}$$

Total de flota vehicular autorizada por operadora = Flot\_aut\_total\_Op\_Tr

Consumo de combustible por km recorrido (expresado en toneladas), en donde se debe considerar que masa = densidad \* volumen y además tomar en cuenta que se estableció un consumo aproximado de diésel de un galón por cada diez kilómetros recorrido y por último, tomar en cuenta la densidad del diésel que es de 832 kg/m<sup>3</sup>.

El resultado que se obtuvo es de 0,314496 kg por kilómetro recorrido = 0,314496 \* 10<sup>-3</sup> toneladas y la nomenclatura que se utilizará para representar este proceso = Comb\_km\_rec

Consumo promedio de combustible por un bus, durante un año de servicio por operadora (expresado en toneladas) =

$$[(\text{Comb\_km\_rec}) * (\text{Dist\_km\_año\_Op\_Tr})] / (\text{Flot\_aut\_total\_Op\_Tr}) = \text{Consumo (t/km al año por bus)}$$

Dimensionamiento de flota vehicular óptimo=

Flota calculada, en donde se debe considerar en primera instancia el análisis de:

- Revisión y recopilación de documentos habilitantes =  $Rev\_Doc$
- Distancia recorrida en km por una frecuencia autorizada =  $Dist\_km\_lfrec$
- Tiempo de recorrido considerando el recorrido de ida o del retorno de la ruta expresado en minutos (puede variar si el recorrido de ida es diferente al recorrido de vuelta, a pesar que la ruta pudiera tener el mismo origen y destino final) =  $T\_rec$
- Días de servicio autorizados por semana =  $Días\_serv\_sem$
- Cumplimiento de rutas y frecuencias, en donde para el presente trabajo se asume en primera instancia que se está cumpliendo con todas las rutas y frecuencias debidamente autorizadas =  $Cum\_R\_Fr$
- Optimización del servicio de transporte público de acuerdo a lo autorizado, en donde se debe tratar de optimizar el servicio de trabajo en base al análisis integral de la oferta de transporte autorizada =  $Opt\_Serv\_Op\_Tr$

Método IPCC: en este caso se considera el análisis del diésel como combustible utilizado para el funcionamiento de la flota vehicular necesaria para satisfacer el servicio de transporte público de pasajeros.

*Paso 1:* Estimación del consumo aparente de combustible (en este caso diésel expresado en toneladas) =

$$\text{Consumo (t/km al año por bus)} * (\text{Flota\_calculada}) = \text{Paso 1\_t/año (SPD)}$$

*Paso 2:* Conversión a una unidad común de energía, en donde se debe considerar el factor 43,33 TJ/103 ton para diésel =

$$[\text{Paso 1\_t/año (SPD)} * 43,33 \text{ TJ}] / 1000 \text{ t} = \text{Paso 2\_TJ (SPD)}$$

*Paso 3:* Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de carbono, considerar 20,2 tC/TJ para el diésel =

$$\text{Paso 2\_TJ (SPD)} * 20,2 \text{ tC/TJ} = \text{Paso 3\_tC (SPD)}$$

*Paso 4:* Cálculo del carbono real almacenado, en este caso se considera que es igual al contenido de carbono, por lo que se tiene el mismo valor del Paso 3\_tC (SPD) = Paso 4\_tC (SPD)

*Paso 5:* Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado, en este caso se debe considerar 0,99 por ser el diésel un derivado del petróleo =

$$\text{Paso 4\_tC (SPD)} * 0,99 = \text{Paso 5\_tC (SPD)}$$

*Paso 6:* Conversión del carbono no oxidado a emisiones de CO<sub>2</sub>e, en donde se debe considerar el factor 44 g CO<sub>2</sub>/12 g C = 3,66 tCO<sub>2</sub>/tC para multiplicarlo, entonces se tiene:

$$\text{Paso 5\_tC (SPD)} * 3,66 \text{ tCO}_2/\text{tC} = \text{Emisiones (tCO}_2\text{e/año)}_{\text{SPD}}$$

Por último, el resultado de la mitigación de GEI es:

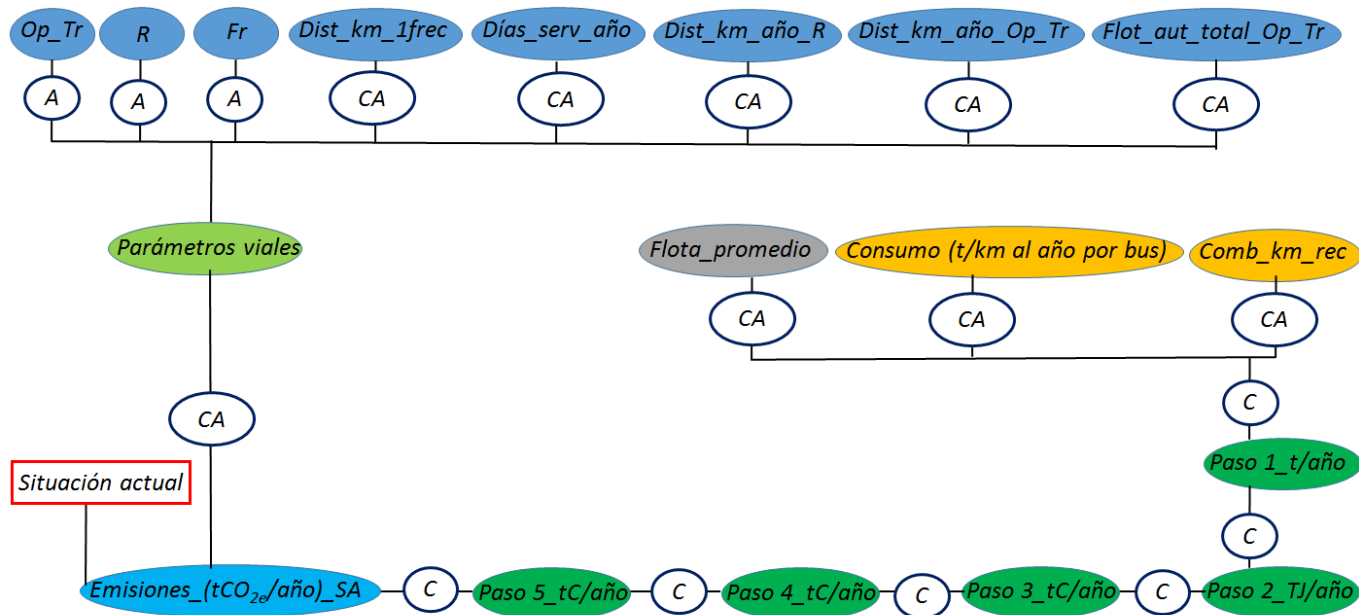
$$\text{Emisiones\_ (tCO}_2\text{e/año)}_{\text{SA}} - \text{Emisiones\_ (tCO}_2\text{e/año)}_{\text{SPD}} = \text{Mitigación}$$

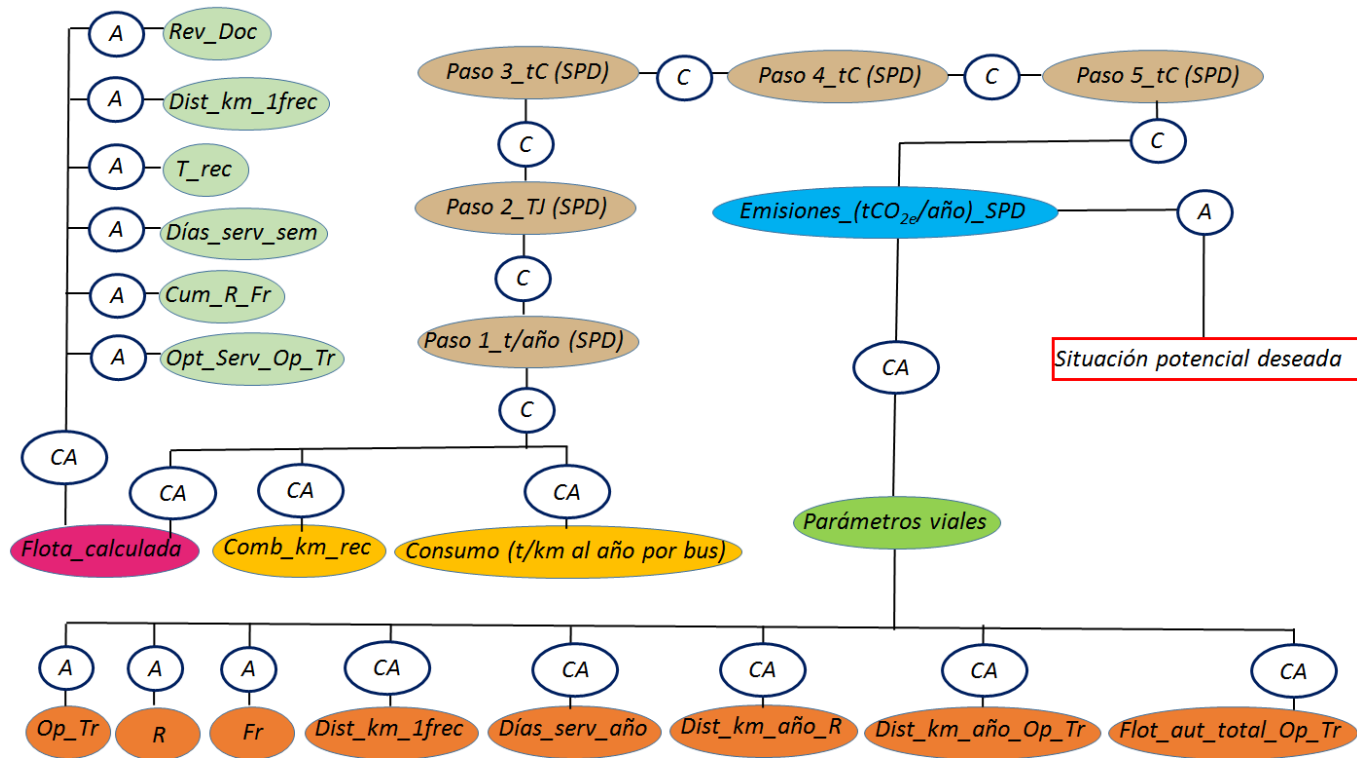
Es así, que una vez establecidos los parámetros inmersos dentro del análisis realizado en el presente trabajo, a continuación se muestra la propuesta del esquema para la mitigación de emisiones de GEI, producto del transporte público de pasajeros en Ecuador (ver Esquema).



## Esquema

### Propuesta de un esquema para la mitigación de emisiones de GEI producto del transporte público de pasajeros en el Ecuador





$$\boxed{\text{Situación actual}} - \boxed{\text{Situación potencial deseada}} = \text{Mitigación}$$

CA Cálculos y análisis

C Cálculos

A Análisis

Elaboración propia

## **2. Síntesis de las emisiones de GEI obtenidas en la situación actual y la situación potencial deseada.**

Una vez realizado el trabajo necesario para disponer de las emisiones de toneladas de CO<sub>2e</sub> resultantes parciales de la oferta de transporte terrestre de pasajeros vigente para las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura (situación actual) -y contando con el resultado de la situación potencial deseada-, se pueden evidenciar los resultados finales producto del análisis y cálculos efectuados:

Tabla 1

Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Aerotaxi”

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Aerotaxi	Guayaquil - Quito - Ibarra - San Lorenzo	3	793.875	4	1.264,47	398,70	4	842,98	265,80	421,49	132,90
	San Lorenzo - Ibarra - Quito - Guayaquil	3	793.875	4							
	Esmeraldas - Guayaquil	6	994.260	4	2.107,44	664,51	7	1.475,21	465,15	632,23	199,35
	Guayaquil - Esmeraldas	5	828.550	4							
	Quito - Guayaquil (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	450.045	2	842,98	265,80	3	632,23	199,35	210,74	66,45
	Guayaquil - Quito (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	450.045	2							
	Quito - Guayaquil	5	750.075	4	1.685,95	531,61	7	1.475,21	465,15	210,74	66,45

	Guayaquil - Quito	5	750.075	4							
	Quito - Atacames	1	114.245	1	421,49	132,90	1	210,74	66,45	210,74	66,45
	Atacames - Quito	1	114.245	1							
	Esmeraldas - Quito	6	641.670	3	1.053,72	332,25	5	1.053,72	332,25	0,00	0,00
	Quito - Esmeraldas	6	641.670	2							
	Ibarra - Quito	24	919.800	4	1.685,95	531,61	14	2.950,42	930,31	-1.264,47	-398,70
	Quito - Ibarra	22	843.150	4							
Total	14	93	9'085.580	43	9.062,00	2.857,38	41	8.640,51	2.724,48	421,49	132,90

Elaboración propia.

Tabla 2

**Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Expreso Turismo del Norte Quibatul”**

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Expreso Turismo del Norte Quibatul	Quito - Tulcán	9	755.550	5	1.376,50	434,03	9	1.238,85	390,63	137,65	43,40
	Tulcán - Quito	9	755.550	5							
	Quito - Ibarra	29	1'111.425	9	2.615,34	824,65	13	1.789,44	564,24	825,90	260,42
	Ibarra - Quito	36	1'379.700	10							
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>83</b>	<b>4'002.225</b>	<b>29</b>	<b>3.991,84</b>	<b>1.258,68</b>	<b>22</b>	<b>3.028,29</b>	<b>954,86</b>	<b>963,55</b>	<b>303,82</b>

Elaboración propia.

Tabla 3

Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Flota Imbabura”

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Flota Imbabura	Guayaquil - Tulcán	2	492.020	3	710,45	224,02	3	426,27	134,41	284,18	89,61
	Tulcán - Guayaquil	1	246.010	2							
	Ibarra - Guayaquil	2	400.770	3	994,63	313,62	4	568,36	179,21	426,27	134,41
	Guayaquil - Ibarra	3	601.155	4							
	Ibarra - Manta	1	184.690	1	284,18	89,61	2	284,18	89,61	0,00	0,00
	Manta - Ibarra	1	184.690	1							
	Quito - Cuenca	10	1'540.300	11	2.841,81	896,06	18	2.557,63	806,46	284,18	89,61
	Cuenca - Quito	10	1'540.300	11							
	Quito - Guayaquil	15	2'250.225	16	3.978,54	1.254,49	14	1.989,27	627,24	1.989,27	627,24
	Guayaquil - Quito	13	1'950.195	14							
	Quito - Azogues	1	144.175	1	284,18	89,61	1	142,09	44,80	142,09	44,80
	Azogues - Quito	1	144.175	1							
	Quito - Manta	4	537.280	4	1.136,73	358,43	6	852,54	268,82	284,18	89,61
	Manta -	4	537.280	4							

	Quito										
	Tulcán - Quito	6	503.700	3	1.136,73	358,43	6	852,54	268,82	284,18	89,61
	Quito - Tulcán	5	419.750	3							
	Quito - Ibarra	7	268.275	2	852,54	268,82	7	994,63	313,62	-142,09	-44,80
	Ibarra - Quito	8	306.600	2							
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>94</b>	<b>12'251.590</b>	<b>86</b>	<b>12.219,79</b>	<b>3.853,08</b>	<b>61</b>	<b>8.667,53</b>	<b>2.733,00</b>	<b>3.552,27</b>	<b>1.120,08</b>

Elaboración propia.

Tabla 4

**Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Ibamonti”**

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Ibamonti	Monteolivo - Tulcán	1	36.135	1	40,61	12,80	1	40,61	12,80	0,00	0,00
	Tulcán - Monteolivo	1	36.135								
	Ibarra - Monteolivo	4	97.820	2	162,43	51,22	3	121,83	38,41	40,61	12,80
	Monteolivo - Ibarra	4	97.820	2							
	Monteolivo - San Gabriel	1	2.784	1	40,61	12,80	1	40,61	12,80	0,00	0,00
	San Gabriel - Monteolivo	1	2.784								
	Monteolivo	4	5.760	1	40,61	12,80	2	81,22	25,61	-40,61	-12,80

	- Pimampiro										
	Pimampiro										
	- Monteolivo	4	5.760								
<b>Total</b>		<b>8</b>	<b>20</b>	<b>284.998</b>	<b>7</b>	<b>284,26</b>	<b>89,63</b>	<b>7</b>	<b>284,26</b>	<b>89,63</b>	<b>0,00</b>

Elaboración propia.

Tabla 5

**Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic”**

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Imbaburapac Churimi Canchic	Apuela - Pucará - Irubí	1	4.176	1	147,44	46,49	1	73,72	23,24	73,72	23,24
	Irubí - Pucará - Apuela	1	4.176	1							
	Irubí - Pucará - Otavalo	2	7.776	1	147,44	46,49	1	73,72	23,24	73,72	23,24
	Otavalo - Pucará - Irubí	2	7.776	1							
	Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Vía a Selva Alegre km 25 -	2	55.480	1	147,44	46,49	1	73,72	23,24	73,72	23,24



Taminanga - El Quinde - Selva Alegre											
Selva Alegre - El Quinde - Taminanga - km 25 vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	2	55.480	1								
El Quinche - Cayambe - Otavalo	6	146.730	2	294,87	92,98	3	221,15	69,73	73,72	23,24	
Otavalo - Cayambe - El Quinche	6	146.730	2								
Ibarra - Otavalo - Cayambe	5	100.375	1	147,44	46,49	4	294,87	92,98	-147,44	-46,49	
Cayambe - Otavalo - Ibarra	5	100.375	1								
Cayambe - Cajas - González Suárez - Otavalo	79	1'009.225	12	1.769,22	557,86	12	884,61	278,93	884,61	278,93	
Otavalo - González Suárez - Cajas -	79	1'009.225	12								

Cayambe											
Cayambe - La Y de Tabacundo - Cajas - Otavalo	5	63.875	1	147,44	46,49	5	368,59	116,22	-221,15	-69,73	
Otavalo - Cajas - La Y de Tabacundo - Cayambe	5	63.875	1								
San Antonio de Ibarra - Óvalos Alto - Santa Isabel - Ilumán - Quinchuqui - Agato - Araque por la vía antigua	27	256.230	3	442,31	139,47	6	442,31	139,47	0,00	0,00	
Por la vía antigua - Araque - Agato - Quinchuqui - Ilumán - Santa Isabel - Ovalos Alto - San Antonio de Ibarra	27	256.230	3								

Pijal - Vía San Pablo - González Suárez - Calle Gran Colombia - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Terminal Terrestre	2	10.950	1	147,44	46,49	2	147,44	46,49	0,00	0,00
Terminal Terrestre - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr. Heras - Av. Circunvalación - Panamericana Sur - Calle Gran Colombia - González Suárez - Vía San Pablo -	2	10.950	1							

Pijal											
Comunidad Gualopuro - Barrio San Eloy - Vía Antigua - Cotacachi - Otavalo - Vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Redondel de los danzantes - Jacinto Collaguazo - Atahualpa - Av. Circunv. Pan. Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - Trojaloma	25	118.625	1	147,44	46,49	4	294,87	92,98	-147,44	-46,49	
Trojaloma - Pucará de Velásquez - Enrique Garcés - Pan. Sur Av. Circunv. - Vicente	25	118.625	1								

Ramón Roca - Neptalí Ordóñez - Simón Bolívar - Redondel danzantes - Paz Ponce de León - Vía Selva Alegre - Vía Antigua Otavalo - Cotacachi - San Eloy - Gualopuro										
Comuna Araque - Camuendo - La Compañía - Comuna Pucará de Velásquez - Calle Enrique Garcés - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis E Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín -	38	180.310	2	294,87	92,98	6	442,31	139,47	-147,44	-46,49

Paz Ponce de León - Panamericana Norte											
San Luis de Agualongo - Hualpo - Bolívar - Alumán - Pan Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Oct - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr Heras - Circunv Pan Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - La Compañía - Comuna Araque	38	180.310	2								
Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de	13	56.940	1	147,44	46,49	2	147,44	46,49	0,00	0,00	

Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Barrio La Esperanza - Pucará de San Roque										
Pucará de San Roque - Barrio la Esperanza - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	13	56.940	1							
Imbabuela - Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Quito - Atahualpa - César Guerra - Plan Venezuela - Vía a la Cascada - Imbaqui - Santa Lucía - Runa Sapi Quinchuqui - Calle	49	196.735	2	294,87	92,98	8	589,74	185,95	-294,87	-92,98

Rumiñahui - Ágato											
Ágato - Calle Rumiñahui - Quinchuqui Runa Sapi - Santa Lucía - Imbaqui - Vía a la Cascada - Plan Venezuela - César Guerra - Atahualpa - Estévez - Mora - Simón Bolívar - Barrio Imbabuela	49	196.735	2								
Circunvalación - Comunidad - Carabuela - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros -	3	6.570	1	147,44	46,49	3	221,15	69,73	-73,72	-23,24	



	Estadio Municipal										
	Estadio Municipal - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Comunidad Carabuela - San José de Jahuapamba	6	13.140	1							
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>517</b>	<b>4'434.564</b>	<b>60</b>	<b>4.423,06</b>	<b>1.394,65</b>	<b>58</b>	<b>4.275,62</b>	<b>1.348,16</b>	<b>147,44</b>	<b>46,49</b>

Elaboración propia.

Tabla 6

**Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Los Lagos”**

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Los Lagos	Quito - Cotacachi	4	135.780	1	248,16	78,25	6	744,49	234,75	-496,33	-156,50
	Cotacachi - Quito	4	135.780	1							
	Quito - Otavalo	46	1'359.990	10	2.605,73	821,62	13	1.613,07	508,62	992,66	313,00
	Otavalo - Quito	48	1'419.120	11							
	San Pablo - Ibarra	88	1'188.440	10	2.481,65	782,50	14	1.737,15	547,75	744,49	234,75
	Ibarra - San Pablo	88	1'188.440	10							
	Ibarra - Otavalo	51	446.760	4	992,66	313,00	10	1.240,82	391,25	-248,16	-78,25
	Otavalo - Ibarra	51	446.760	4							
	Otavalo - San Pablo	51	260.610	2	496,33	156,50	4	496,33	156,50	0,00	0,00
	San Pablo - Otavalo	51	260.610	2							
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>482</b>	<b>6'842.290</b>	<b>55</b>	<b>6.824,53</b>	<b>2.151,87</b>	<b>47</b>	<b>5.831,87</b>	<b>1.838,87</b>	<b>992,66</b>	<b>313,00</b>

Elaboración propia.

Tabla 7

**Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Oriental”**

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Oriental	Quito - Pimampiro	9	519.030	4	1.147,76	361,90	8	1.147,76	361,90	0,00	0,00
	Pimampiro - Quito	9	519.030	4							
	Pimampiro - Tulcán	3	97.455	1	286,94	90,48	3	430,41	135,71	-143,47	-45,24
	Tulcán - Pimampiro	3	97.455	1							
	Ibarra - Pimampiro	49	965.790	6	1.721,64	542,86	12	1.721,64	542,86	0,00	0,00
	Pimampiro - Ibarra	49	965.790	6							
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>122</b>	<b>3'164.550</b>	<b>22</b>	<b>3.156,34</b>	<b>995,24</b>	<b>23</b>	<b>3.299,81</b>	<b>1.040,48</b>	<b>-143,47</b>	<b>-45,24</b>

Elaboración propia.

Tabla 8

**Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Otavalo”**

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Otavalo	Quito - Pacto	4	129.940	1	200,00	63,06	3	300,00	94,59	-100,00	-31,53
	Pacto - Quito	4	129.940	1							

	Íntag - Otavalo	4	124.100	1	200,00	63,06	6	600,00	189,19	-400,00	-126,13
	Otavalo - Íntag	4	124.100	1							
	Quito - San José de Minas	5	147.825	1	200,00	63,06	5	500,00	157,66	-300,00	-94,59
	San José de Minas - Quito	10	147.825	1							
	Otavalo - Quito	46	1'359.990	14	2.900,01	914,42	13	1.300,01	409,91	1.600,01	504,50
	Quito - Otavalo	50	1'478.250	15							
	San Pablo - Ibarra	44	594.220	6	1.200,00	378,38	7	700,00	220,72	500,00	157,66
	Ibarra - San Pablo	44	594.220	6							
	Otavalo - Ibarra	101	884.760	9	1.800,01	567,57	20	2.000,01	630,63	-200,00	-63,06
	Ibarra - Otavalo	101	884.760	9							
	Otavalo - San Pablo	11	56.210	1	200,00	63,06	4	400,00	126,13	-200,00	-63,06
	San Pablo - Otavalo	12	61.320	1							
Total	14	440	6'717.460	67	6.700,03	2.112,61	58	5.800,02	1.828,83	900,00	283,78

Elaboración propia.

Tabla 9

Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “TACA (Andina)”

Operadora	Rutas	Frec.	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
TACA (Andina)	Ibarra - San Lorenzo	3	192.720	1	302,37	95,34	4	604,74	190,68	-302,37	-95,34
	San Lorenzo - Ibarra	3	192.720	1							
	Quito - El Ángel	4	248.200	2	604,74	190,68	4	604,74	190,68	0,00	0,00
	El Ángel - Quito	4	248.200	2							
	Quito - Santo Domingo	20	905.200	6	1.814,21	572,05	11	1.663,03	524,38	151,18	47,67
	Santo Domingo - Quito	20	905.200	6							
	Quito - Ibarra	42	1'609.650	11	3.174,88	1.001,08	15	2.267,77	715,06	907,11	286,02
	Ibarra - Quito	42	1'609.650	10							
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>138</b>	<b>5'911.540</b>	<b>39</b>	<b>5.896,20</b>	<b>1.859,16</b>	<b>34</b>	<b>5.140,28</b>	<b>1.620,80</b>	<b>755,92</b>	<b>238,35</b>

Elaboración propia.

Tabla 10

Resultado de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> (SA – SPD), de la operadora interprovincial “Valle del Chota”

Operadora	Rutas	Frec .	km/año	Flota_Promedio (SA)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SA)	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota_Óptima (SPD)	Método IPCC, Emisiones tCO <sub>2e</sub> (SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
Valle del Chota	San Lorenzo - Ibarra - La Bonita Nueva Loja	1	172.645	1	226,26	71,34	2	226,26	71,34	0,00	0,00
	Nueva Loja - La Bonita - Ibarra - San Lorenzo	1	172.645	1							
	Las Peñas - La Y de Calderón - San Francisco - Lita - Guallupe - Ibarra	1	81.760	1	226,26	71,34	1	113,13	35,67	113,13	35,67
	Ibarra - Guallupe - Lita - San Francisco - La Y de Calderón - Las Peñas	1	81.760	1							
	Las Peñas -	1	21.504	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00

Ibarra											
Ibarra - Las Peñas	1	21.504									
San Lorenzo - Ibarra	3	192.720	1	226,26	71,34	3	339,39	107,02	-113,13	-35,67	
Ibarra - San Lorenzo	3	192.720	1								
Ibarra - Guallupe - Gualchán - La Primavera - El Carmen - Chical - Maldonado	2	89.790	1	226,26	71,34	2	226,26	71,34	0,00	0,00	
Maldonado - Chical - El Carmen - La Primavera - Gualchán - Guallupe - Ibarra	2	89.790	1								
El Cristal - Lita - Ibarra	1	40.880	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00	
Ibarra - Lita - El Cristal	1	40.880									
Ibarra - Cachaco - Getsemaní a	1	37.230	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00	
Getsemaní a - Cachaco - Ibarra	1	37.230									
Ibarra - Lita	2	72.270	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00	

Lita - Ibarra	2	72.270								
Ibarra - San Jerónimo - La Merced de Buenos Aires	2	68.620								
La Merced de Buenos Aires - San Jerónimo - Ibarra	2	68.620	1	113,13	35,67	2	226,26	71,34	-113,13	-35,67
Ibarra - La Merced de Buenos Aires	1	34.310								
La Merced de Buenos Aires - Ibarra	1	34.310	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00
Río Verde - Chinambi - Guallupe - Ibarra	2	67.890								
Ibarra - Guallupe - Chinambi - Río Verde	2	67.890	1	113,13	35,67	2	226,26	71,34	-113,13	-35,67
Ibarra - Cuambo - Puente Río Amarillo - Estación Carchi - La Loma - Chamanal -	2	64.970	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00



Santa Lucía - El Rosal										
El Rosal - Santa Lucía - Chamanal - La Loma - Estación Carchi - Puente Río Amarillo - Cuambo - Ibarra	2	64.970								
Ibarra - Gualchán - La Primavera - Las Juntas	2	61.320	1	113,13	35,67	2	226,26	71,34	-113,13	-35,67
Las Juntas - La Primavera - Gualchán - Ibarra	2	61.320								
Ibarra - Juncal - Piquiucho - Caldera - San Rafael - Monteolivo	5	122.275	1	226,26	71,34	3	339,39	107,02	-113,13	-35,67
Monteolivo - San Rafael - Caldera - Piquiucho - Juncal -	5	122.275	1							

	Ibarra										
	Ibarra - Tumbatu - Pusir	2	32.120	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00
	Pusir - Tumbatu - Ibarra	2	32.120								
	Ibarra - Salinas	3	30.660	1	113,13	35,67	1	113,13	35,67	0,00	0,00
	Salinas - Ibarra	3	30.660								
Total	32	62	2'381.928	21	2.375,75	749,11	25	2.828,27	891,79	-452,52	-142,69

Elaboración propia.

Tabla 11

**Síntesis de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub>, considerando las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura**

Provincia	Principales parámetros viales				Situación actual			Situación potencia deseada			Mitigación	
	Operadoras	Rutas	Frec.	km/año	Flota Habilitada	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA	Consumo aparente de diésel (t/año), SA	Flota Calculada	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD	Consumo aparente de diésel (t/año), SPD	Mitigación de tCO <sub>2e</sub> (SA - SPD)	Consumo aparente de diésel (t/año), Mitigación (SA - SPD)
<b>Imbabura</b>	Aerotaxi	14	93	9'085.580	43	9.062,00	2.857,38	41	8.640,51	2.724,48	421,49	132,90
	Expreso Turismo del Norte Quibatul	4	83	4'002.225	29	3.991,84	1.258,68	22	3.028,29	954,86	963,55	303,82
	Flota Imbabura	18	94	12'251.590	86	12.219,79	3.853,08	61	8.667,53	2.733,00	3.552,27	1.120,08
	Ibamonti	8	20	284.998	7	284,26	89,63	7	284,26	89,63	0,00	0,00
	Imbaburapac Churimi Canchic	28	517	4'434.564	60	4.423,06	1.394,65	58	4.275,62	1.348,16	147,44	46,49
	Los Lagos	10	482	6'842.290	55	6.824,53	2.151,87	47	5.831,87	1.838,87	992,66	313,00
	Oriental	6	122	3'164.550	22	3.156,34	995,24	23	3.299,81	1.040,48	-143,47	-45,24
	Otavalo	14	440	6'717.460	67	6.700,03	2.112,61	58	5.800,02	1.828,83	900,00	283,78
	TACA (Andina)	8	138	5'911.540	39	5.896,20	1.859,16	34	5.140,28	1.620,80	755,92	238,35
	Valle del Chota	32	62	2'381.928	21	2.375,75	749,11	25	2.828,27	891,79	-452,52	-142,69
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>142</b>	<b>2.051</b>	<b>55'076.725</b>	<b>429</b>	<b>54.933,79</b>	<b>17.321,41</b>	<b>376</b>	<b>47.796,46</b>	<b>15.070,91</b>	<b>7.137,33</b>	<b>2.250,50</b>

Elaboración propia.

Como síntesis de los resultados obtenidos se puede mencionar que se realizó el análisis de diez operadoras de transporte público de pasajeros domiciliadas en la provincia de Imbabura, con un total de 142 rutas y 2.051 frecuencias (debidamente autorizadas con un documento habilitante que lo respalda). Para ello, es necesario recalcar que la información recopilada y estructurada está actualizada hasta noviembre del 2015.

Además, gracias al dimensionamiento de flota vehicular realizado, se pudo obtener como resultado una optimización de 53 unidades (buses), considerando que en la situación actual se tiene un total de 429 unidades (buses) habilitadas y en la situación potencial deseada, un total de 376 unidades (buses). Así, como resultado de un adecuado control, monitoreo, planificación y ordenamiento del transporte público de pasajeros (interprovincial) en la provincia de Imbabura, se obtendría una mitigación de 7.137,33 tCO<sub>2e</sub>.

Por estas razones y por los argumentos que se han expuesto y detallado, se puede considerar al presente trabajo como línea base o de referencia para la elaboración de estudios posteriores, en donde se busque la mitigación de emisiones de GEI dentro del sector de la transportación en el Ecuador Continental. Sin embargo, para realizar una adecuada discusión de los resultados es oportuno considerar varios aspectos que fueron tomados en cuenta en la elaboración del presente trabajo que formaron parte del análisis y cálculos efectuados, tales como: disponibilidad, calidad, fecha de actualización, y estado de la información (completa o incompleta); estos aspectos inciden directamente en el nivel de confianza del producto que se obtenga.

## Capítulo quinto

### Modelamiento Espacial

#### 1. Procedimientos cartográficos para espacializar los datos e información de entrada.

Para la aplicación de las herramientas que se encuentran dentro de los SIG, es indispensable entender los conceptos teóricos que en el presente trabajo son descritos en el ítem correspondiente a los datos e información de entrada. Por lo tanto, a continuación se detallan las principales herramientas SIG, utilizadas en los procesos inmersos de los parámetros viales necesarios para cumplir con los objetivos del caso de estudio propuesto.

Tabla 1

**Síntesis de los procedimientos realizados para la espacialización en mapas temáticos de los resultados de emisiones de toneladas de CO<sub>2e</sub> obtenidos**

Proceso	Procedimiento	Herramientas del SIG utilizadas
<b>Oferta Inicial</b>	Espacialización de las rutas	Crear una nueva cobertura espacial de líneas, posteriormente digitalizar las rutas (en estado de edición) siguiendo el recorrido establecido en los permisos de operación de las operadoras. Se guarda y cierra edición.
	Llenar atributos	Una vez digitalizadas las rutas, en la tabla de atributos se van añadiendo los campos o columnas hasta disponer con las suficientes para llenarlas con el detalle de los parámetros viales propuestos para el caso de estudio. En estado de edición se procede a llenar los campos con la descripción de: nombre de la ruta, frecuencias por ruta, nombre de la operadora, modalidad de la operadora, ámbito de la ruta, distancia y tiempo de recorrido. Se guarda y cierra edición.
	Codificación de las rutas	Una vez digitalizadas las rutas y los atributos de parámetros viales, se procede a añadir un campo o columna adicional dentro de la tabla de atributos de la cobertura de líneas espacializada, en donde se pueda correlacionar y llenar según corresponda el código único de la ruta. Se guarda y cierra edición.
<b>Oferta Nueva</b>	Espacialización de las rutas, llenar atributos, y codificación de las rutas.	Se utilizan las herramientas descritas para el proceso de la oferta inicial. Sin embargo, en este caso se consideran las rutas que forman parte del proceso de dotación de transporte público de pasajeros (oferta nueva). Además, se debe considerar que en el procedimiento que se lleva a cabo para la codificación, ésta debe ser la continuación secuencial de la numeración realizada en primera instancia en la oferta inicial.
<b>Oferta</b>	Consolidación de la	Una vez completos las coberturas espaciales de la

<b>Consolidada</b>	oferta inicial y oferta nueva	oferta inicial y oferta nueva, se procede a juntar ( <i>merge</i> ) las dos coberturas con la finalidad de disponer de un solo archivo en donde se encuentre la oferta de transporte público de pasajeros. Es importante considerar que no deben existir códigos duplicados.
	Enlace de tablas (excel – alfanumérica y espacial)	Cuando se tiene consolidado el archivo espacial se procede a enlazar ( <i>join of table</i> ) las bases de datos: excel (alfanumérica) y espacial, en donde el campo o columna en común es el código de la ruta. De esta manera se puede disponer de atributos adicionales que no se encontraban en el archivo espacial, tales como: el total de kilómetros recorridos por año por cada ruta, el consumo de diésel expresado en toneladas, el resultado de los cálculos realizados en la aplicación de los seis pasos establecidos para utilizar el método IPCC, el detalle de la flota vehicular promedio utilizado para los cálculos realizado para obtener resultados en la situación actual (SA), la descripción de la flota vehicular óptima que son resultado del dimensionamiento óptimo realizado para la situación potencial deseada (SPD), los resultados obtenidos de las emisiones de toneladas de CO <sub>2e</sub> en la SA, de la misma manera los resultados de emisiones de CO <sub>2e</sub> obtenidos en la SPD, y por último, la diferencia de emisiones de CO <sub>2e</sub> resultantes de la diferencia de SA – SPD, en donde el resultado sería el valor numérico de emisiones que se mitigarían realizando un adecuado control, monitoreo, ordenamiento y planificación de los parámetros viales encontrados en la oferta de transporte terrestre público de pasajeros, considerando las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.
<b>Área de influencia</b>		Mediante la utilización de la herramienta <i>buffer</i> se procede a establecer el área de influencia de las emisiones de toneladas de CO <sub>2e</sub> , en función de los resultados obtenidos.

Elaboración propia.

Por último, es indispensable mencionar que la representación espacial de los resultados obtenidos en el presente trabajo se los presentará como archivos anexos, en donde se dispondrá de los siguientes mapas temáticos:

- Mapa de la situación actual de emisiones de tCO<sub>2e</sub> producto de la oferta de transporte público de pasajeros de operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura (ver Anexo 3).
- Mapa de la situación potencial deseada de emisiones de tCO<sub>2e</sub> con un control, monitoreo, ordenamiento y planificación del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura (ver Anexo 4).

- Mapa de mitigación de tCO<sub>2e</sub> producto del análisis del transporte público de pasajeros de operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura (ver Anexo 5).

## Capítulo sexto

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 1. Conclusiones

A nivel regional, la transportación es uno de los sectores que consumen mayor energía y que genera considerables índices de contaminación, evidenciándose que en los países menos desarrollados como Ecuador existen falencias en la elaboración e implementación de los planes de ordenamiento territorial. Estos deberían contar con una planificación prospectiva adecuada, considerando aspectos de relevancia para el cuidado de la naturaleza, tales como la utilización de nuevas tecnologías en la fabricación de los tipos de transporte (geoingeniería, dispositivos ahorradores de combustible) lo que aportaría a la disminución de emisiones de  $CO_{2e}$ . De igual modo, debería considerarse un cambio paulatino, desde el uso de combustibles fósiles hacia el uso de biocombustibles que sean más amigables con el medio ambiente.

Se elaboró un esquema piloto para la mitigación de GEI, utilizándose como línea base el análisis y optimización de la oferta de transporte público de pasajeros de las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Se recopiló y analizó la oferta de transporte público de pasajeros de las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual y se pudo establecer que, como producto de la oferta de transporte actualmente autorizada se tiene un total de emisiones de  $54.933,79 \text{ tCO}_{2e}$  en un año, siendo la ruta Quito - Guayaquil, perteneciente a la operadora “Flota Imbabura” la ruta de mayor emisión con un total de  $3.978,54 \text{ tCO}_{2e}$  en un año.

Se realizaron los cálculos y análisis necesarios para establecer el dimensionamiento de flota vehicular óptimo para satisfacer la oferta de transporte público de pasajeros de las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura. De esta manera se pudo establecer que en una situación potencial deseada se tiene un total de emisiones de  $47.796,46 \text{ tCO}_{2e}$  en un año; siendo la ruta Quito - Ibarra perteneciente a la operadora “Aerotaxi” la ruta de mayor emisión, con un total de  $2.950,42 \text{ tCO}_{2e}$  en un año.



Se realizaron los cálculos y análisis necesarios para determinar la mitigación de emisiones de  $CO_{2e}$ , en donde -considerando el resultado de emisiones obtenidos en la situación actual de  $54.933,79\ tCO_{2e}$  en un año y el resultado de emisiones de la situación potencial deseada de  $47.796,46\ tCO_{2e}$  en un año- se puede concluir que como resultado de un control, monitoreo, ordenamiento y planificación de la oferta de transporte terrestre público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura, se puede mitigar un total de  $7.137,33\ tCO_{2e}$  en un año del servicio de transporte. Sobre este trasfondo, la operadora “Flota Imbabura” representa la operadora de transporte con mayor valor de mitigación resultante con un total de  $3.552,27\ tCO_{2e}$  en un año.

Mediante la utilización de las herramientas disponibles en los software especializados para el manejo de sistemas de información geográfica se elaboraron mapas temáticos, que representan de manera espacial los resultados obtenidos de la SA, SPD, y la mitigación ( $SA - SPD$ ) de emisiones de  $CO_{2e}$  producto de un adecuado control, monitoreo, planificación y ordenamiento de la oferta de transporte público de pasajeros de las diez operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Tomando en cuenta los cálculos realizados para establecer el consumo aparente de diésel expresado en toneladas por año, se puede mencionar que en la situación actual se tiene un consumo de  $17.321,41\ t/año$ , mientras que en la situación potencial deseada se obtiene un consumo de  $15.070,91\ t/año$ . Por ello, como resultado de un adecuado control, monitoreo, ordenamiento y planificación de la oferta de transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura se tendría como resultado un ahorro de  $2.250,50\ tdiésel/año$ , producto de la optimización del servicio de transporte.

En base al análisis del costo del galón de diésel de varias comercializadoras de combustible se puede mencionar de manera referencial que en el Ecuador se tiene un costo promedio de  $1,10$  dólares por galón. De acuerdo al Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos, el estado ecuatoriano subsidia alrededor del  $70\%$  del costo real, es decir aproximadamente  $2,57$  dólares por cada galón de diésel. Utilizando este dato referencial y tomando en cuenta que en el presente trabajo, se obtuvo como resultado una reducción de  $2.250,50\ t/año = 715.589,38\ galones/año$ , producto de un adecuado control, monitoreo, ordenamiento y planificación de la oferta de transporte público de pasajeros en las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Por estas consideraciones y cálculos, se puede concluir que se tendría una reducción potencial deseada en el costo del subsidio de (715.589,38 galones/año \* 2,57 \$/galón) de 1'839.064,72 dólares/año.

Tomando en cuenta el resultado de mitigación igual a cero (0 tCO<sub>2e</sub> en un año), de la operadora interprovincial “Ibamonti”, se puede concluir que esta operadora está brindando el servicio de transporte de manera adecuada, en donde los siete buses habilitados son utilizados de manera óptima para cubrir sus rutas y frecuencias debidamente autorizadas. Estas conclusiones se vieron sustentadas el momento en que se realizó el dimensionamiento de flota vehicular: en efecto, la operadora “Ibamonti” pudo satisfacer la demanda de pasajeros inmersa en sus rutas y frecuencias con un total de siete buses.

La oferta de transporte público de pasajeros autorizada de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura está compuesta principalmente de diez operadoras, 142 rutas, 2.051 frecuencias y 429 buses como flota vehicular habilitada para brindar el servicio de transporte.

Después de realizar el respectivo análisis de los parámetros viales necesarios para la elaboración de la presente tesis, se puede establecer que el mayor número de rutas autorizadas (32) pertenece a la operadora interprovincial “Valle del Chota”, mientras que la de menor rutas autorizadas (4) corresponde a la operadora interprovincial “Expreso Turismo del Norte Quibatul”.

Por otra parte, y considerando el análisis de frecuencias, se puede mencionar que la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic” tiene autorizadas el mayor número de frecuencias (517), mientras que la operadora interprovincial “Ibamonti” tiene autorizadas el menor número de frecuencias (20). En resumen, se puede concluir que no existe una relación directa entre el número de rutas y frecuencias, porque dependiendo de la demanda de pasajeros y costumbres de movilidad específicas del lugar donde se brinde el servicio de transporte, estas variables aumentan o disminuyen.

Los parámetros utilizados para el cálculo del consumo de combustible (diésel) promedio fueron: el promedio de consumo de diésel de un bus (1galon/10km recorridos), el total de distancia recorrida en un año por las rutas y frecuencias autorizadas para las operadoras interprovinciales del caso de estudio (55'076.725 km), y el total de buses habilitados (429). En esta parte, es indispensable mencionar que para el presente trabajo se realizó un análisis específico del consumo de combustible (diésel) promedio por cada operadora, debido a que cada una de las mismas tiene una oferta de

transporte particular. De esta manera se asegura obtener un cuadro coherente, en donde se procura mostrar resultados lo más cercanos a la realidad del servicio de transporte brindado en la actualidad y por ende la cantidad de emisiones de tCO<sub>2e</sub> producto del mismo.

Con respecto al análisis de flota vehicular se puede establecer que en la actualidad las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura tienen autorizados un total de 429 buses. Sin embargo, como resultado del dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado se calculó que con 376 buses podría darse el servicio de transporte (situación potencial deseada). Así, pudo establecerse que la operadora “Flota Imbabura” es la que más sobredimensionado tiene en su flota vehicular con un total de 25 buses, al contar con 86 buses autorizados mientras que en el dimensionamiento realizado el total era de apenas 61 buses.

En el caso de las operadoras “Oriental” y “Valle del Chota” se obtuvo en el dimensionamiento calculado un valor mayor al autorizado, dando como resultado que se necesitarían adicionalmente uno (1) y cuatro (4) buses respectivamente, para satisfacer su oferta de transporte autorizada actualmente. Por lo tanto, en estos casos se debe realizar el trabajo necesario para establecer el fiel cumplimiento de rutas y frecuencias, y determinar si en efecto este aumento corresponde a una demanda de pasajeros insatisfecha. En resumen, los resultados obtenidos de la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> resultantes para estas operadoras son negativos, obteniéndose (– 143,47 tCO<sub>2e</sub>) y– (452,52 tCO<sub>2e</sub>) respectivamente.

## **2. Recomendaciones**

Con la finalidad de disponer de la información necesaria para realizar un trabajo y una planificación adecuada, finalizados a la mitigación de emisiones de toneladas de CO<sub>2e</sub> producto del sector de la transportación terrestre pública de pasajeros, es necesario el diagnóstico (situación actual y dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado) de todas las operadoras debidamente autorizadas a brindar el servicio de transporte en el Ecuador.

Es oportuno considerar que, para contar con una adecuada planificación y toma de decisiones en temas relacionados al medio ambiente, se debe contar con datos e

información suficientes y de preferencia multitemporal, con la finalidad de disponer de la mayor cantidad de alternativas u opciones con un nivel de confianza aceptable.

Para que las alternativas propuestas en el presente trabajo sean factibles y de utilidad, se deberá disponer de un equipo de trabajo multidisciplinario que conozca los procesos metodológicos establecidos.

Para lograr la implementación de las alternativas propuestas en el presente estudio es importante que se realice un trabajo mancomunado, en donde se procure disponer de acuerdos consensuados y socializados entre: las autoridades con la competencia del control y monitoreo del transporte (MTOP, ANT, Gobiernos Autónomos Descentralizados); las entidades públicas y privadas responsables del establecimiento de lineamientos estratégicos encaminados a combatir las causas y consecuencias del cambio climático (MAE, SENAGUA, INAMHI, IPCC, CEDA, OLADE, entre otros); el gremio de los transportistas; y la ciudadanía en general.

Es necesaria la creación de una normativa que contenga los procedimientos y procesos adecuados para una regularización y racionalización de la oferta del transporte público de pasajeros en el Ecuador, con el fin de que, al realizar un control, monitoreo, ordenamiento y planificación adecuada de la oferta de transporte autorizada actualmente, se disponga adicionalmente de una herramienta que contribuya al establecimiento de una situación potencial deseada, en donde se tenga como uno de sus resultados la mitigación de toneladas de CO<sub>2e</sub> producto del sector de la transportación.

Con el propósito de ajustar el resultado obtenido de consumo de combustible promedio por operadora, se podría optar por realizar un trabajo de campo en donde se considere un análisis particular por cada ruta autorizada y de esta manera diferenciar el consumo de combustible considerando aspectos relacionados al tipo de capa de rodadura, el año de fabricación del vehículo, la morfología del recorrido, la cantidad de paradas realizadas y las especificaciones mecánicas del bus, entre otros aspectos.

Con el fin de actualizar el dimensionamiento de flota vehicular óptimo calculado es oportuno que se realice el trabajo de campo necesario para establecer el fiel cumplimiento de rutas y frecuencias autorizadas y de esta manera establecer los buses necesarios para satisfacer una demanda de pasajeros existente. Esto a su vez se convertiría en un factor que incidiría en la mitigación de tCO<sub>2e</sub>, en donde, por ejemplo, se podría reajustar los valores resultantes para las operadoras “Oriental” y “Valle del Chota”.

## Referencias bibliográficas

- Ecuador. Agencia Nacional de Tránsito (ANT). 2009. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 003-RPO-010-2009-CNTTT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Aerotaxi».
- . 2010. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 009-RPO-010-2010-CNTTTSV perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Expreso Turismo del Norte Quibatul».
- . 2011. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 008-RPO-010-2011-ANT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Flota Imbabura.».
- . 2014. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 086-DIR-2014-ANT, perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Flota Imbabura.».
- . 2012. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 010-RPO-010-2012-ANT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Ibamonti.».
- . 2014. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 002-RPO-010-2014-ANT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Imbaburapac Churimi Canchic.».
- . 2010. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 001-RPO-010-2010-CNTTT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Los Lagos.».
- . 2012. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 001-MRF-010-2012-ANT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Los Lagos.».
- . 2012. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 003-RPO-010-2012-ANT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Oriental.».
- . 2011. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 004-RPO-010-2011-CNTTTSV perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Otavalo.».

- . 2012. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 001-MRF-010-2012-ANT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Otavalo.».
- . 2009. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Resolución No. 002-RPO-010-2009-CNTTT perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial TACA (Andina).».
- . 2014. (Archivo Central de la matriz Quito de la ANT). «Contrato de operación 004-2014 perteneciente a la operadora de transporte terrestre interprovincial Valle del Chota.».
- Castillo. Carolina. 2012. Comercio, Transporte y Cambio Climático.
- Castro. Miguel. 2011. Hacia una matriz energética diversificada en el Ecuador. Quito: CEDA.
- CMCC. 2013. Definición de Cambio Climático.
- Guayanlema. Verónica. 2012. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte al 2012. Quito.
- Heinberg. Richard. 2009. En búsqueda de un milagro: Límites de la energía neta y el destino de la sociedad industrial.
- Hubbert. Marion. 1956. Instituto Americano de Petróleo. Texas.
- IGM. 2013. Atlas geográfico de la República del Ecuador.
- IPCC. 2006. Directrices del IPCC.
- Kopta. Federico. 1999. Fundación Ambiente, Cultura y Desarrollo. Córdoba: ACUDE.
- Lescaroux. 2011. Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador. Quito: CEDA.
- MAE. 2011. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Quito: CMNUCC
- MICSE. 2013. Sectores Estratégicos para el Buen Vivir. Quito
- OLADE. 2011. Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador. Quito: CEDA.
- Páez, Carlos. 2015. Concepto de un Sistema de Información Geográfico. Quito: UASB.
- Vallero. 2008. Hacia una matriz energética diversificada en Ecuador. Quito: CEDA.

## **Anexos**

### **Anexo 1**

Síntesis de los resultados obtenidos como situación actual (SA) de las emisiones de tCO<sub>2</sub>e producto del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Anexo 1.1

**Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Aerotaxi”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Aerotaxi	Guayaquil - Quito - Ibarra - San Lorenzo	3	900	725	Lunes a Domingo	793.875	66,45	3	632,23
	San Lorenzo - Ibarra - Quito - Guayaquil	3	900	725	Lunes a Domingo	793.875		3	632,23
	Esmeraldas - Guayaquil	6	540	454	Lunes a Domingo	994.260		5	1.053,72
	Guayaquil - Esmeraldas	5	540	454	Lunes a Domingo	828.550		5	1.053,72
	Quito - Guayaquil (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	540	411	Lunes a Domingo	450.045		2	421,49
	Guayaquil - Quito (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	540	411	Lunes a Domingo	450.045		2	421,49
	Quito - Guayaquil	5	480	411	Lunes a Domingo	750.075		4	842,98
	Guayaquil - Quito	5	480	411	Lunes a Domingo	750.075		4	842,98
	Quito - Atacames	1	480	313	Lunes a Domingo	114.245		1	210,74
	Atacames - Quito	1	480	313	Lunes a Domingo	114.245		1	210,74
	Esmeraldas - Quito	6	420	293	Lunes a Domingo	641.670		3	632,23
	Quito - Esmeraldas	6	420	293	Lunes a	641.670		2	421,49



					Domingo				
	Ibarra - Quito	24	150	105	Lunes a Domingo	919.800		4	842,98
	Quito - Ibarra	22	150	105	Lunes a Domingo	843.150		4	842,98
Total	14	93	7.020	5.424	N/A	9'085.580	66,45	43	9.062,00

Elaboración propia

## Anexo 1.2

**Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial**

**“Expreso Turismo del Norte Quibatul”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Expreso Turismo del Norte Quibatul	Quito - Tulcán	9	300	230	Lunes a Domingo	755.550	43,40	5	688,25
	Tulcán - Quito	9	300	230	Lunes a Domingo	755.550		5	688,25
	Quito - Ibarra	29	150	105	Lunes a Domingo	1'111.425		9	1.238,85
	Ibarra - Quito	36	150	105	Lunes a Domingo	1'379.700		10	1.376,50
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>83</b>	<b>900</b>	<b>670</b>	<b>N/A</b>	<b>4'002.225</b>	<b>43,40</b>	<b>29</b>	<b>3.991,84</b>

Elaboración propia

Anexo 1.3

**Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial**

**“Flota Imbabura”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Flota Imbabura	Guayaquil - Tulcán	2	780	674	Lunes a Domingo	492.020	44,80	3	426,27
	Tulcán - Guayaquil	1	780	674	Lunes a Domingo	246.010		2	284,18
	Ibarra - Guayaquil	2	600	549	Lunes a Domingo	400.770		3	426,27
	Guayaquil - Ibarra	3	600	549	Lunes a Domingo	601.155		4	568,36
	Ibarra - Manta	1	600	506	Lunes a Domingo	184.690		1	142,09
	Manta - Ibarra	1	600	506	Lunes a Domingo	184.690		1	142,09
	Quito - Cuenca	10	540	422	Lunes a Domingo	1'540.300		10	1.420,91
	Cuenca - Quito	10	540	422	Lunes a Domingo	1'540.300		10	1.420,91
	Quito - Guayaquil	15	480	411	Lunes a Domingo	2'250.225		15	2.131,36
	Guayaquil - Quito	13	480	411	Lunes a Domingo	1'950.195		13	1.847,18
	Quito - Azogues	1	510	395	Lunes a Domingo	144.175		1	142,09
	Azogues - Quito	1	510	395	Lunes a Domingo	144.175		1	142,09

	Quito - Manta	4	480	368	Lunes a Domingo	537.280		4	568,36
	Manta - Quito	4	480	368	Lunes a Domingo	537.280		4	568,36
	Tulcán - Quito	6	300	230	Lunes a Domingo	503.700		4	568,36
	Quito - Tulcán	5	300	230	Lunes a Domingo	419.750		4	568,36
	Quito - Ibarra	7	150	105	Lunes a Domingo	268.275		3	426,27
	Ibarra - Quito	8	150	105	Lunes a Domingo	306.600		3	426,27
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>94</b>	<b>8.880</b>	<b>7.320</b>	<b>N/A</b>	<b>12'251.590</b>	<b>44,80</b>	<b>86</b>	<b>12.219,79</b>

Elaboración propia

#### Anexo 1.4

#### Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial "Ibamonti"

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Ibamonti	Monteolivo - Tulcán	1	150	99	Lunes a Domingo	36.135	12,80	1	40,61
	Tulcán - Monteolivo	1	150	99	Lunes a Domingo	36.135			
	Ibarra - Monteolivo	4	105	67	Lunes a Domingo	97.820		2	81,22
	Monteolivo - Ibarra	4	105	67	Lunes a Domingo	97.820		2	81,22
	Monteolivo - San Gabriel	1	105	58	Solo Sábados	2.784		1	40,61

	San Gabriel - Monteolivo	1	105	58	Solo Sábados	2.784			
	Monteolivo - Pimampiro	4	60	30	Solo Domingos	5.760		1	40,61
	Pimampiro - Monteolivo	4	60	30	Solo Domingos	5.760			
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>840</b>	<b>508</b>	<b>N/A</b>	<b>284.998</b>	<b>12,80</b>	<b>7</b>	<b>284,26</b>

Elaboración propia

#### Anexo 1.5

**Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Imbaburapac Churimi Canchic”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Imbaburapac Churimi Canchic	Apuela - Pucará - Irubí	1	45	87	Solo Domingos	4.176	23,24	1	73,72
	Irubí - Pucará - Apuela	1	45	87	Solo Domingos	4.176		1	73,72
	Irubí - Pucará - Otavalo	2	180	81	Una frecuencia el Viernes y otra el Domingo	7.776		1	73,72
	Otavalo - Pucará - Irubí	2	180	81	Una frecuencia el Jueves y otra el Sábado	7.776		1	73,72

Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Vía a Selva Alegre km 25 - Taminanga - El Quinde - Selva Alegre	2	180	76	Lunes a Domingo	55.480	1	73,72
Selva Alegre - El Quinde - Taminanga - km 25 vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	2	180	76	Lunes a Domingo	55.480	1	73,72
El Quinche - Cayambe - Otavalo	6	90	67	Lunes a Domingo	146.730	2	147,44
Otavalo - Cayambe - El Quinche	6	90	67	Lunes a Domingo	146.730	2	147,44
Ibarra - Otavalo - Cayambe	5	90	55	Lunes a Domingo	100.375	1	73,72
Cayambe - Otavalo - Ibarra	5	90	55	Lunes a Domingo	100.375	1	73,72
Cayambe - Cajas - González Suárez - Otavalo	79	60	35	Lunes a Domingo	1.009.225	12	884,61
Otavalo - González Suárez - Cajas - Cayambe	79	60	35	Lunes a Domingo	1'009.225	12	884,61
Cayambe - La Y de Tabacundo - Cajas - Otavalo	5	75	35	Lunes a Domingo	63.875	1	73,72
Otavalo - Cajas - La Y de Tabacundo - Cayambe	5	75	35	Lunes a Domingo	63.875	1	73,72
San Antonio de Ibarra - Óvalos Alto - Santa Isabel - Ilumán - Quinchuqui - Agato - Araque por la vía antigua	27	75	26	Lunes a Domingo	256.230	3	221,15

Por la vía antigua - Araque - Agato - Quinchuqui - Ilumán - Santa Isabel - Ovalos Alto - San Antonio de Ibarra	27	75	26	Lunes a Domingo	256.230	3	221,15
Pijal - Vía San Pablo - González Suárez - Calle Gran Colombia - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Terminal Terrestre	2	30	15	Lunes a Domingo	10.950	1	73,72
Terminal Terrestre - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr. Heras - Av. Circunvalación - Panamericana Sur - Calle Gran Colombia - González Suárez - Vía San Pablo - Pijal	2	30	15	Lunes a Domingo	10.950	1	73,72
Comunidad Gualopuro - Barrio San Eloy - Vía Antigua - Cotacachi - Otavalo - Vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Redondel de los danzantes - Jacinto Collaguazo - Atahualpa - Av. Circunv. Pan. Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - Trojaloma	25	60	13	Lunes a Domingo	118.625	1	73,72

Trojaloma - Pucará de Velásquez - Enrique Garcés - Pan. Sur Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Neptalí Ordóñez - Simón Bolívar - Redondel danzantes - Paz Ponce de León - Vía Selva Alegre - Vía Antigua Otavalo - Cotacachi - San Eloy - Gualopuro	25	60	13	Lunes a Domingo	118.625	1	73,72
Comuna Araque - Camuendo - La Compañía - Comuna Pucará de Velásquez - Calle Enrique Garcés - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis E Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte	38	60	13	Lunes a Domingo	180.310	2	147,44
San Luis de Agualongo - Hualpo - Bolívar - Alumán - Pan Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Oct - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr Heras - Circunv Pan Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - La Compañía - Comuna Araque	38	60	13	Lunes a Domingo	180.310	2	147,44

Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Barrio La Esperanza - Pucará de San Roque	13	30	12	Lunes a Domingo	56.940	1	73,72
Pucará de San Roque - Barrio la Esperanza - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	13	30	12	Lunes a Domingo	56.940	1	73,72
Imbabuela - Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Quito - Atahualpa - César Guerra - Plan Venezuela - Vía a la Cascada - Imbaqui - Santa Lucía - Runa Sapi Quinchuqui - Calle Rumiñahui - Ágato	49	60	11	Lunes a Domingo	196.735	2	147,44
Ágato - Calle Rumiñahui - Quinchuqui Runa Sapi - Santa Lucía - Imbaqui - Vía a la Cascada - Plan Venezuela - César Guerra - Atahualpa - Estévez - Mora - Simón Bolívar - Barrio Imbabuela	49	60	11	Lunes a Domingo	196.735	2	147,44
Circunvalación - Comunidad - Carabuela - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Estadio	3	30	6	Lunes a Domingo	6.570	1	73,72



	Municipal								
	Estadio Municipal - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Comunidad Carabuela - San José de Jahuapamba	6	30	6	Lunes a Domingo	13.140		1	73,72
Total	28	517	2.130	1.064	N/A	4'434.564	23,24	60	4'423,06

Elaboración propia

#### Anexo 1.6

**Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial “Los Lagos”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Los Lagos	Quito - Cotacachi	4	150	93	Lunes a Domingo	135.780	39,12	1	124,08
	Cotacachi - Quito	4	150	93	Lunes a Domingo	135.780		1	124,08
	Quito - Otavalo	46	120	81	Lunes a Domingo	1'359.990		10	1.240,82
	Otavalo - Quito	48	120	81	Lunes a Domingo	1'419.120		11	1.364,91

	San Pablo - Ibarra	88	60	37	Lunes a Domingo	1'188.440		10	1.240,82
	Ibarra - San Pablo	88	60	37	Lunes a Domingo	1'188.440		10	1.240,82
	Ibarra - Otavalo	51	40	24	Lunes a Domingo	446.760		4	496,33
	Otavalo - Ibarra	51	40	24	Lunes a Domingo	446.760		4	496,33
	Otavalo - San Pablo	51	30	14	Lunes a Domingo	260.610		2	248,16
	San Pablo - Otavalo	51	30	14	Lunes a Domingo	260.610		2	248,16
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>482</b>	<b>800</b>	<b>498</b>	<b>N/A</b>	<b>6'842.290</b>	<b>39,12</b>	<b>55</b>	<b>6'824,53</b>

Elaboración propia

#### Anexo 1.7

#### Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial "Oriental"

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Oriental	Quito - Pimampiro	9	240	158	Lunes a Domingo	519.030	45,24	4	573,88
	Pimampiro - Quito	9	240	158	Lunes a Domingo	519.030		4	573,88
	Pimampiro - Tulcán	3	120	89	Lunes a Domingo	97.455		1	143,47
	Tulcán - Pimampiro	3	120	89	Lunes a Domingo	97.455		1	143,47
	Ibarra - Pimampiro	49	90	54	Lunes a Domingo	965.790		6	860,82

	Pimampiro - Ibarra	49	90	54	Lunes a Domingo	965.790		6	860,82
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>122</b>	<b>900</b>	<b>602</b>	<b>N/A</b>	<b>3'164.550</b>	<b>45,24</b>	<b>22</b>	<b>3.156,34</b>

Elaboración propia

#### Anexo 1.8

#### Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial "Otavalo"

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Otavalo	Quito - Pacto	4	150	89	Lunes a Domingo	129.940	31,53	1	100,00
	Pacto - Quito	4	150	89	Lunes a Domingo	129.940		1	100,00
	Íntag - Otavalo	4	300	85	Lunes a Domingo	124.100		1	100,00
	Otavalo - Íntag	4	300	85	Lunes a Domingo	124.100		1	100,00
	Quito - San José de Minas	5	120	81	Lunes a Domingo	147.825		1	100,00
	San José de Minas - Quito	10	120	81	Cinco frecuencias de Lunes a Sábado y cinco frecuencias específicas Solo los Domingos	147.825		1	100,00
	Otavalo - Quito	46	120	81	Lunes a Domingo	1'359.990		14	1.400,01

	Quito - Otavalo	50	120	81	Lunes a Domingo	1'478.250		15	1.500,01
	San Pablo - Ibarra	44	60	37	Lunes a Domingo	594.220		6	600,00
	Ibarra - San Pablo	44	60	37	Lunes a Domingo	594.220		6	600,00
	Otavalo - Ibarra	101	40	24	Lunes a Domingo	884.760		9	900,00
	Ibarra - Otavalo	101	40	24	Lunes a Domingo	884.760		9	900,00
	Otavalo - San Pablo	11	30	14	Lunes a Domingo	56.210		1	100,00
	San Pablo - Otavalo	12	30	14	Lunes a Domingo	61.320		1	100,00
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>440</b>	<b>1.640</b>	<b>822</b>	<b>N/A</b>	<b>6'717.460</b>	<b>31,53</b>	<b>67</b>	<b>6.700,03</b>

Elaboración propia

#### Anexo 1.9

#### Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial

##### “TACA (Andina)”

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
TACA (Andina)	Ibarra - San Lorenzo	3	270	176	Lunes a Domingo	192.720	47,67	1	151,18
	San Lorenzo - Ibarra	3	270	176	Lunes a Domingo	192.720		1	151,18

	Quito - El Ángel	4	240	170	Lunes a Domingo	248.200		2	302,37
	El Ángel - Quito	4	240	170	Lunes a Domingo	248.200		2	302,37
	Quito - Santo Domingo	20	150	124	Lunes a Domingo	905.200		6	907,11
	Santo Domingo - Quito	20	150	124	Lunes a Domingo	905.200		6	907,11
	Quito - Ibarra	42	150	105	Lunes a Domingo	1'609.650		11	1.663,03
	Ibarra - Quito	42	150	105	Lunes a Domingo	1'609.650		10	1.511,85
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>138</b>	<b>1.620</b>	<b>1.150</b>	<b>N/A</b>	<b>5'911.540</b>	<b>47,67</b>	<b>39</b>	<b>5.896,20</b>

Elaboración propia

#### Anexo 1.10

**Situación actual de las emisiones de CO<sub>2e</sub> resultantes de la oferta de transporte público de pasajeros de la operadora interprovincial**

#### “Valle del Chota”

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Promedio (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SA
Valle del Chota	San Lorenzo - Ibarra - La Bonita Nueva Loja	1	840	473	Lunes a Domingo	172.645	35,67	1	113,13
	Nueva Loja - La Bonita - Ibarra -	1	840	473	Lunes a Domingo	172.645		1	113,13

San Lorenzo							
Las Peñas - La Y de Calderón - San Francisco - Lita - Guallupe - Ibarra	1	300	224	Lunes a Domingo	81.760	1	113,13
Ibarra - Guallupe - Lita - San Francisco - La Y de Calderón - Las Peñas	1	300	224	Lunes a Domingo	81.760	1	113,13
Las Peñas - Ibarra	1	300	224	Solo Sábados y Domingos	21.504	1	113,13
Ibarra - Las Peñas	1	300	224	Solo Sábados y Domingos	21.504	1	113,13
San Lorenzo - Ibarra	3	240	176	Lunes a Domingo	192.720	1	113,13
Ibarra - San Lorenzo	3	240	176	Lunes a Domingo	192.720	1	113,13
Ibarra - Guallupe - Gualchán - La Primavera - El Carmen - Chical - Maldonado	2	270	123	Lunes a Domingo	89.790	1	113,13
Maldonado - Chical - El Carmen - La Primavera - Gualchán - Guallupe - Ibarra	2	270	123	Lunes a Domingo	89.790	1	113,13
El Cristal - Lita - Ibarra	1	210	112	Lunes a Domingo	40.880	1	113,13
Ibarra - Lita - El Cristal	1	210	112	Lunes a Domingo	40.880	1	113,13
Ibarra - Cachaco - Getsemanía	1	180	102	Lunes a Domingo	37.230	1	113,13
Getsemanía -	1	180	102	Lunes a Domingo	37.230		

Cachaco - Ibarra						
Ibarra - Lita	2	150	99	Lunes a Domingo	72.270	
Lita - Ibarra	2	150	99	Lunes a Domingo	72.270	1 113,13
Ibarra - San Jerónimo - La Merced de Buenos Aires	2	180	94	Lunes a Domingo	68.620	1 113,13
La Merced de Buenos de Aires - San Jerónimo - Ibarra	2	180	94	Lunes a Domingo	68.620	
Ibarra - La Merced de Buenos Aires	1	180	94	Lunes a Domingo	34.310	1 113,13
La Merced de Buenos Aires - Ibarra	1	180	94	Lunes a Domingo	34.310	
Río Verde - Chinambi - Guallupe - Ibarra	2	150	93	Lunes a Domingo	67.890	1 113,13
Ibarra - Guallupe - Chinambi - Río Verde	2	150	93	Lunes a Domingo	67.890	
Ibarra - Cuambo - Puente Río Amarillo - Estación Carchi - La Loma - Chamanal - Santa Lucía - El Rosal	2	120	89	Lunes a Domingo	64.970	1 113,13
El Rosal - Santa Lucía - Chamanal - La Loma - Estación Carchi - Puente Río Amarillo - Cuambo - Ibarra	2	120	89	Lunes a Domingo	64.970	

	Ibarra - Gualchán - La Primavera - Las Juntas	2	180	84	Lunes a Domingo	61.320	35,67	1	113,13
	Las Juntas - La Primavera - Gualchán - Ibarra	2	180	84	Lunes a Domingo	61.320			
	Ibarra - Juncal - Piquiucho - Caldera - San Rafael - Monteolivo	5	120	67	Lunes a Domingo	122.275		1	113,13
	Monteolivo - San Rafael - Caldera - Piquiucho - Juncal - Ibarra	5	120	67	Lunes a Domingo	122.275		1	113,13
	Ibarra - Tumbatu - Pusir	2	90	44	Lunes a Domingo	32.120		1	113,13
	Pusir - Tumbatu - Ibarra	2	90	44	Lunes a Domingo	32.120			
	Ibarra - Salinas	3	60	28	Lunes a Domingo	30.660		1	113,13
	Salinas - Ibarra	3	60	28	Lunes a Domingo	30.660			
Total	32	62	7.140	4.252	N/A	2'381.928			21

Elaboración propia



## **Anexo 2**

Síntesis de los resultados obtenidos como situación potencial deseada (SPD) de las emisiones de  $tCO_2e$ , considerando un adecuado control, monitoreo, planificación y ordenamiento del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

Anexo 2.1

**Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Aerotaxi”**

Operadora	Rutas	Frec .	Tiempo_Re c (minutos)	Dist_k m	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_ Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año) , SPD
Aerotaxi	Guayaquil - Quito - Ibarra - San Lorenzo	3	900	725	Lunes a Domingo	793.875	66,45	4	842,98
	San Lorenzo - Ibarra - Quito - Guayaquil	3	900	725	Lunes a Domingo	793.875			
	Esmeraldas - Guayaquil	6	540	454	Lunes a Domingo	994.260		7	1.475,21
	Guayaquil - Esmeraldas	5	540	454	Lunes a Domingo	828.550			
	Quito - Guayaquil (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	540	411	Lunes a Domingo	450.045		3	632,23
	Guayaquil - Quito (Vía Santo Domingo de los Tsáchilas)	3	540	411	Lunes a Domingo	450.045			
	Quito - Guayaquil	5	480	411	Lunes a Domingo	750.075		7	1.475,21
	Guayaquil - Quito	5	480	411	Lunes a Domingo	750.075			
	Quito - Atacames	1	480	313	Lunes a Domingo	114.245		1	210,74
	Atacames - Quito	1	480	313	Lunes a Domingo	114.245			
	Esmeraldas - Quito	6	420	293	Lunes a Domingo	641.670		5	1.053,72
	Quito - Esmeraldas	6	420	293	Lunes a Domingo	641.670			
	Ibarra - Quito	24	150	105	Lunes a	919.800		14	2.950,42

					Domingo				
	Quito - Ibarra	22	150	105	Lunes a Domingo	843.150			
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>93</b>	<b>7.020</b>	<b>5.424</b>	<b>N/A</b>	<b>9'085.580</b>	<b>66,45</b>	<b>41</b>	<b>8.640,51</b>

Elaboración propia

## Anexo 2.2

**Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial**

**“Expreso Turismo del Norte Quibatul”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Expreso Turismo del Norte Quibatul	Quito - Tulcán	9	300	230	Lunes a Domingo	755.550	43,40	9	1.238,85
	Tulcán - Quito	9	300	230	Lunes a Domingo	755.550			
	Quito - Ibarra	29	150	105	Lunes a Domingo	1'111.425		13	1.789,44
	Ibarra - Quito	36	150	105	Lunes a Domingo	1'379.700			
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>83</b>	<b>900</b>	<b>670</b>	<b>N/A</b>	<b>4'002.225</b>	<b>43,40</b>	<b>22</b>	<b>3.028,29</b>

Elaboración propia

Anexo 2.3

**Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Flota Imbabura”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Flota Imbabura	Guayaquil - Tulcán	2	780	674	Lunes a Domingo	492.020	44,80	3	426,27
	Tulcán - Guayaquil	1	780	674	Lunes a Domingo	246.010			
	Ibarra - Guayaquil	2	600	549	Lunes a Domingo	400.770		4	568,36
	Guayaquil - Ibarra	3	600	549	Lunes a Domingo	601.155			
	Ibarra - Manta	1	600	506	Lunes a Domingo	184.690		2	284,18
	Manta - Ibarra	1	600	506	Lunes a Domingo	184.690			
	Quito - Cuenca	10	540	422	Lunes a Domingo	1'540.300		18	2.557,63
	Cuenca - Quito	10	540	422	Lunes a Domingo	1'540.300			
	Quito - Guayaquil	15	480	411	Lunes a Domingo	2'250.225		14	1.989,27
	Guayaquil - Quito	13	480	411	Lunes a Domingo	1'950.195			
	Quito - Azogues	1	510	395	Lunes a Domingo	144.175		1	142,09
	Azogues - Quito	1	510	395	Lunes a Domingo	144.175			
	Quito - Manta	4	480	368	Lunes a Domingo	537.280		6	852,54

	Manta - Quito	4	480	368	Lunes a Domingo	537.280			
	Tulcán - Quito	6	300	230	Lunes a Domingo	503.700		6	852,54
	Quito - Tulcán	5	300	230	Lunes a Domingo	419.750			
	Quito - Ibarra	7	150	105	Lunes a Domingo	268.275		7	994,63
	Ibarra - Quito	8	150	105	Lunes a Domingo	306.600			
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>94</b>	<b>8.880</b>	<b>7.320</b>	<b>N/A</b>	<b>12'251.590</b>	<b>44,80</b>	<b>61</b>	<b>8.667,53</b>

Elaboración propia

#### Anexo 2.4

#### Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial "Ibamonti"

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Ibamonti	Monteolivo - Tulcán	1	150	99	Lunes a Domingo	36.135	12,80	1	40,61
	Tulcán - Monteolivo	1	150	99	Lunes a Domingo	36.135			
	Ibarra - Monteolivo	4	105	67	Lunes a Domingo	97.820		3	121,83
	Monteolivo - Ibarra	4	105	67	Lunes a Domingo	97.820			
	Monteolivo - San Gabriel	1	105	58	Solo Sábados	2.784		1	40,61
	San Gabriel - Monteolivo	1	105	58	Solo Sábados	2.784			

	Monteolivo - Pimampiro	4	60	30	Solo Domingos	5.760		2	81,22
	Pimampiro - Monteolivo	4	60	30	Solo Domingos	5.760			
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>840</b>	<b>508</b>	<b>N/A</b>	<b>284.998</b>	<b>12,80</b>	<b>7</b>	<b>284,26</b>

Elaboración propia

#### Anexo 2.5

**Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial**

#### **“Imbaburapac Churimi Canchic”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Imbaburapac Churimi Canchic	Apuela - Pucará - Iruví	1	45	87	Solo Domingos	4.176	23,24	1	73,72
	Iruví - Pucará - Apuela	1	45	87	Solo Domingos	4.176			
	Iruví - Pucará - Otavalo	2	180	81	Una frecuencia el Viernes y otra el Domingo	7.776		1	73,72
	Otavalo - Pucará - Iruví	2	180	81	Una frecuencia el Jueves y otra el Sábado	7.776			
	Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Vía a Selva Alegre km 25 - Taminanga - El Quinde - Selva Alegre	2	180	76	Lunes a Domingo	55.480		1	73,72

Selva Alegre - El Quinde - Taminanga - km 25 vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	2	180	76	Lunes a Domingo	55.480		
El Quinche - Cayambe - Otavalo	6	90	67	Lunes a Domingo	146.730	3	221,15
Otavalo - Cayambe - El Quinche	6	90	67	Lunes a Domingo	146.730		
Ibarra - Otavalo - Cayambe	5	90	55	Lunes a Domingo	100.375	4	294,87
Cayambe - Otavalo - Ibarra	5	90	55	Lunes a Domingo	100.375		
Cayambe - Cajas - González Suárez - Otavalo	79	60	35	Lunes a Domingo	1'009.225	12	884,61
Otavalo - González Suárez - Cajas - Cayambe	79	60	35	Lunes a Domingo	1'009.225		
Cayambe - La Y de Tabacundo - Cajas - Otavalo	5	75	35	Lunes a Domingo	63.875	5	368,59
Otavalo - Cajas - La Y de Tabacundo - Cayambe	5	75	35	Lunes a Domingo	63.875		
San Antonio de Ibarra - Óvalos Alto - Santa Isabel - Ilumán - Quinchuqui - Agato - Araque por la vía antigua	27	75	26	Lunes a Domingo	256.230	6	442,31
Por la vía antigua - Araque - Agato - Quinchuqui - Ilumán - Santa Isabel - Ovalos Alto - San Antonio de Ibarra	27	75	26	Lunes a Domingo	256.230		

Pijal - Vía San Pablo - González Suárez - Calle Gran Colombia - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Terminal Terrestre	2	30	15	Lunes a Domingo	10.950		2	147,44
Terminal Terrestre - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr. Heras - Av. Circunvalación - Panamericana Sur - Calle Gran Colombia - González Suárez - Vía San Pablo - Pijal	2	30	15	Lunes a Domingo	10.950			
Comunidad Gualopuro - Barrio San Eloy - Vía Antigua - Cotacachi - Otavalo - Vía a Selva Alegre - Paz Ponce de León - Redondel de los danzantes - Jacinto Collaguazo - Atahualpa - Av. Circunv. Pan. Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - Trojaloma	25	60	13	Lunes a Domingo	118.625		4	294,87



Trojaloma - Pucará de Velásquez - Enrique Garcés - Pan. Sur Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Neptalí Ordóñez - Simón Bolívar - Redondel danzantes - Paz Ponce de León - Vía Selva Alegre - Vía Antigua Otavalo - Cotacachi - San Eloy - Gualopuro	25	60	13	Lunes a Domingo	118.625		
Comuna Araque - Camuendo - La Compañía - Comuna Pucará de Velásquez - Calle Enrique Garcés - Panamericana Sur - Av. Circunvalación - Dr. Heras - Luis E Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte	38	60	13	Lunes a Domingo	180.310	6	442,31
San Luis de Agualongo - Hualpo - Bolívar - Alumán - Pan Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Oct - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Dr Heras - Circunv Pan Sur - Enrique Garcés - Pucará de Velásquez - La Compañía - Comuna Araque	38	60	13	Lunes a Domingo	180.310		

Terminal Terrestre - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Barrio La Esperanza - Pucará de San Roque	13	30	12	Lunes a Domingo	56.940		2	147,44
Pucará de San Roque - Barrio la Esperanza - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Terminal Terrestre	13	30	12	Lunes a Domingo	56.940			
Imbabuela - Av. Circunv. - Vicente Ramón Roca - Quito - Atahualpa - César Guerra - Plan Venezuela - Vía a la Cascada - Imbaqui - Santa Lucía - Runa Sapi Quinchuqui - Calle Rumiñahui - Ágato	49	60	11	Lunes a Domingo	196.735		8	589,74
Ágato - Calle Rumiñahui - Quinchuqui Runa Sapi - Santa Lucía - Imbaqui - Vía a la Cascada - Plan Venezuela - César Guerra - Atahualpa - Estévez - Mora - Simón Bolívar - Barrio Imbabuela	49	60	11	Lunes a Domingo	196.735			
Circunvalación - Comunidad - Carabuela - Panamericana Norte - Paz Ponce de León - Juan de Albarracín - Atahualpa - Quito - 31 de Octubre - Juan de Dios Morales - Luis Cisneros - Estadio Municipal	3	30	6	Lunes a Domingo	6.570		3	221,15

	Estadio Municipal - Luis Cisneros - Juan de Dios Morales - 31 de Octubre - Quito - Atahualpa - Juan de Albarracín - Paz Ponce de León - Panamericana Norte - Comunidad Carabuela - San José de Jahuapamba	6	30	6	Lunes a Domingo	13.140			
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>517</b>	<b>2.130</b>	<b>1.064</b>	<b>N/A</b>	<b>4'434.564</b>	<b>23,24</b>	<b>58</b>	<b>4.275,62</b>

Elaboración propia

#### Anexo 2.6

#### Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Los Lagos”

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Los Lagos	Quito - Cotacachi	4	150	93	Lunes a Domingo	135.780	39,12	6	744,49
	Cotacachi - Quito	4	150	93	Lunes a Domingo	135.780			
	Quito - Otavalo	46	120	81	Lunes a Domingo	1'359.990		13	1.613,07
	Otavalo - Quito	48	120	81	Lunes a Domingo	1'419.120			
	San Pablo - Ibarra	88	60	37	Lunes a Domingo	1'188.440		14	1.737,15
	Ibarra - San Pablo	88	60	37	Lunes a Domingo	1'188.440			
	Ibarra - Otavalo	51	40	24	Lunes a Domingo	446.760		10	1.240,82

	Otavallo - Ibarra	51	40	24	Lunes a Domingo	446.760			
	Otavallo - San Pablo	51	30	14	Lunes a Domingo	260.610		4	496,33
	San Pablo - Otavallo	51	30	14	Lunes a Domingo	260.610			
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>482</b>	<b>800</b>	<b>498</b>	<b>N/A</b>	<b>6'842.290</b>	<b>39,12</b>	<b>47</b>	<b>5.831,87</b>

Elaboración propia

#### Anexo 2.7

#### Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Oriental”

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Oriental	Quito - Pimampiro	9	240	158	Lunes a Domingo	519.030	45,24	8	1.147,76
	Pimampiro - Quito	9	240	158	Lunes a Domingo	519.030			
	Pimampiro - Tulcán	3	120	89	Lunes a Domingo	97.455		3	430,41
	Tulcán - Pimampiro	3	120	89	Lunes a Domingo	97.455			
	Ibarra - Pimampiro	49	90	54	Lunes a Domingo	965.790		12	1.721,64
	Pimampiro - Ibarra	49	90	54	Lunes a Domingo	965.790			
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>122</b>	<b>900</b>	<b>602</b>	<b>N/A</b>	<b>3'164.550</b>	<b>45,24</b>	<b>23</b>	<b>3.299,81</b>

Elaboración propia

Anexo 2.8

**Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Otavalo”**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Otavalo	Quito - Pacto	4	150	89	Lunes a Domingo	129.940	31,53	3	300,00
	Pacto - Quito	4	150	89	Lunes a Domingo	129.940			
	Íntag - Otavalo	4	300	85	Lunes a Domingo	124.100		6	600,00
	Otavalo - Íntag	4	300	85	Lunes a Domingo	124.100			
	Quito - San José de Minas	5	120	81	Lunes a Domingo	147.825		5	500,00
	San José de Minas - Quito	10	120	81	Cinco frecuencias de Lunes a Sábado y cinco frecuencias específicas Solo los Domingos	147.825			
	Otavalo - Quito	46	120	81	Lunes a Domingo	1'359.990		13	1.300,01
	Quito - Otavalo	50	120	81	Lunes a Domingo	1'478.250			
	San Pablo - Ibarra	44	60	37	Lunes a Domingo	594.220		7	700,00
	Ibarra - San Pablo	44	60	37	Lunes a Domingo	594.220			

	Otavallo - Ibarra	101	40	24	Lunes a Domingo	884.760		20	2.000,01
	Ibarra - Otavallo	101	40	24	Lunes a Domingo	884.760			
	Otavallo - San Pablo	11	30	14	Lunes a Domingo	56.210		4	400,00
	San Pablo - Otavallo	12	30	14	Lunes a Domingo	61.320			
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>440</b>	<b>1.640</b>	<b>822</b>	<b>N/A</b>	<b>6'717.460</b>	<b>31,53</b>	<b>58</b>	<b>5.800,02</b>

Elaboración propia

#### Anexo 2.9

**Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial "TACA (Andina)"**

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
TACA (Andina)	Ibarra - San Lorenzo	3	270	176	Lunes a Domingo	192.720	47,67	4	604,74
	San Lorenzo - Ibarra	3	270	176	Lunes a Domingo	192.720			
	Quito - El Ángel	4	240	170	Lunes a Domingo	248.200		4	604,74
	El Ángel - Quito	4	240	170	Lunes a Domingo	248.200			
	Quito - Santo Domingo	20	150	124	Lunes a Domingo	905.200		11	1.663,03
	Santo Domingo - Quito	20	150	124	Lunes a Domingo	905.200			

	Quito - Ibarra	42	150	105	Lunes a Domingo	1'609.650		15	2.267,77
	Ibarra - Quito	42	150	105	Lunes a Domingo	1'609.650			
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>138</b>	<b>1.620</b>	<b>1.150</b>	<b>N/A</b>	<b>5'911.540</b>	<b>47,67</b>	<b>34</b>	<b>5.140,28</b>

Elaboración propia

#### Anexo 2.10

#### Situación potencial deseada de emisiones de CO<sub>2e</sub>, producto del análisis de parámetros viales de la operadora interprovincial “Valle del Chota”

Operadora	Rutas	Frec.	Tiempo_Rec (minutos)	Dist_km	Días de servicio	km/año	Consumo promedio de diésel (t/ km al año por bus)	Flota_Óptima (buses)	Método IPCC (tCO <sub>2e</sub> /año), SPD
Valle del Chota	San Lorenzo - Ibarra - La Bonita - Nueva Loja	1	840	473	Lunes a Domingo	172.645	35,67	2	226,26
	Nueva Loja - La Bonita - Ibarra - San Lorenzo	1	840	473	Lunes a Domingo	172.645			
	Las Peñas - La Y de Calderón - San Francisco - Lita - Guallupe - Ibarra	1	300	224	Lunes a Domingo	81.760		1	113,13
	Ibarra - Guallupe - Lita - San Francisco - La Y de Calderón - Las Peñas	1	300	224	Lunes a Domingo	81.760			
	Las Peñas - Ibarra	1	300	224	Solo Sábados y Domingos	21.504		1	113,13
	Ibarra - Las Peñas	1	300	224	Solo Sábados y Domingos	21.504			
	San Lorenzo -	3	240	176	Lunes a Domingo	192.720		3	339,39

Ibarra							
Ibarra - San Lorenzo	3	240	176	Lunes a Domingo	192.720		
Ibarra - Gualupe - Gualchán - La Primavera - El Carmen - Chical - Maldonado	2	270	123	Lunes a Domingo	89.790	2	226,26
Maldonado - Chical - El Carmen - La Primavera - Gualchán - Gualupe - Ibarra	2	270	123	Lunes a Domingo	89.790		
El Cristal - Lita - Ibarra	1	210	112	Lunes a Domingo	40.880	1	113,13
Ibarra - Lita - El Cristal	1	210	112	Lunes a Domingo	40.880		
Ibarra - Cachaco - Getsemanía	1	180	102	Lunes a Domingo	37.230	1	113,13
Getsemanía - Cachaco - Ibarra	1	180	102	Lunes a Domingo	37.230		
Ibarra - Lita	2	150	99	Lunes a Domingo	72.270	1	113,13
Lita - Ibarra	2	150	99	Lunes a Domingo	72.270		
Ibarra - San Jerónimo - La Merced de Buenos Aires	2	180	94	Lunes a Domingo	68.620	2	226,26
La Merced de Buenos de Aires - San Jerónimo - Ibarra	2	180	94	Lunes a Domingo	68.620		
Ibarra - La Merced de Buenos Aires	1	180	94	Lunes a Domingo	34.310	1	113,13
La Merced de Buenos Aires -	1	180	94	Lunes a Domingo	34.310		



Ibarra							
Río Verde - Chinambi - Gualupe - Ibarra	2	150	93	Lunes a Domingo	67.890	2	226,26
Ibarra - Gualupe - Chinambi - Río Verde	2	150	93	Lunes a Domingo	67.890		
Ibarra - Cuambo - Puente Río Amarillo - Estación Carchi - La Loma - Chamanal - Santa Lucía - El Rosal	2	120	89	Lunes a Domingo	64.970	1	113,13
El Rosal - Santa Lucía - Chamanal - La Loma - Estación Carchi - Puente Río Amarillo - Cuambo - Ibarra	2	120	89	Lunes a Domingo	64.970		
Ibarra - Gualchán - La Primavera - Las Juntas	2	180	84	Lunes a Domingo	61.320	2	226,26
Las Juntas - La Primavera - Gualchán - Ibarra	2	180	84	Lunes a Domingo	61.320		
Ibarra - Juncal - Piquiucho - Caldera - San Rafael - Monteolivo	5	120	67	Lunes a Domingo	122.275	3	339,39
Monteolivo - San Rafael - Caldera - Piquiucho - Juncal - Ibarra	5	120	67	Lunes a Domingo	122.275		
Ibarra - Tumbatu - Pusir	2	90	44	Lunes a Domingo	32.120	1	113,13
Pusir - Tumbatu -	2	90	44	Lunes a Domingo	32.120		

	Ibarra								
	Ibarra - Salinas	3	60	28	Lunes a Domingo	30.660		1	113,13
	Salinas - Ibarra	3	60	28	Lunes a Domingo	30.660			
Total	32	62	7.140	4.252	N/A	2'381.928	35,67	25	2.828,27

Elaboración propia

### **Anexo 3**

Mapa de la situación actual de emisiones de tCO<sub>2e</sub> producto de la oferta de transporte público de pasajeros de operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

#### **Anexo 4**

Mapa de la situación potencial deseada de emisiones de  $tCO_2e$  con un control, monitoreo, ordenamiento y planificación del transporte público de pasajeros de operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.

## **Anexo 5**

Mapa de mitigación de tCO<sub>2e</sub> producto del análisis del transporte público de pasajeros de las operadoras interprovinciales domiciliadas en la provincia de Imbabura.